# الفلك وَالحيـَـــاة

د.عَبد الحميد سمَاجة

د. عدلي سلامة

تقديم

د. إيهاب البنا

الكتاب: الفلك وَالحيَاة

الكاتب: د.عَبد الحميد سمَاجة – د. عدلي سلامة

تقديم : د. إيهاب البنا

الطبعة: **2018**

الناشر: وكالة الصحافة العربية ( ناشرون)




5 ش عبد المنعم سالم – الوحدة العربية – مدكور- الهرم – الجيزة

جمهورية مصر العربية

هاتف : 35825293 – 35867576 – 35867575

فاكس : 35878373

**http://www.apatop.com E-mail: news@apatop.com**



دار الكتب المصرية

فهرسة إثناء النشر

سمَاجة ، عَبد الحميد

الفلك وَالحيَاة / د.عَبد الحميد سمَاجة – د. عدلي سلامة

– الجيزة – وكالة الصحافة العربية.

**124** ص، **18** سم.

الترقيم الدولى: **0 – 637 – 446– 977– 978**

أ – العنوان رقم الإيداع : **26846 / 2018**

# الفلك والحيَاة





## مدخل للقراءة

منذ قديم الزمان والإنسان يُحاول فهم حركة النجوم والكواكب ورصدها، ونُلاحظ ذلك منذ الحضارة الرومانية القديمة عندما بدأ عُلماء الفلك بتسمية الكواكب والمجموعات الشمسية بأسماء الآلهة القديمة الخاصة بهم مثل مارس ( المريخ ) وهو إله الحرب لديهم؛

وفينوس ( الزهرة )؛ وهو إله الخصوبة والحب عندهم. كما تطور استكشاف الفضاء عبر التاريخ من مُجرد تسمية الكواكب إلى صناعة التلسكوبات التي مكنت الإنسان من رؤية أوضح لتلك الكواكب والأقمار.

من أهم الأسباب التي جعلت الإنسان يهتم بالفضاء الخارجي واستكشافه هو المخاطر المُحتملة التي تُهدد كوكبنا الأرض بسبب وجود عدد لا يُحصى من الكويكبات والأجرام السماوية التي من المُحتمل إن تسقط على الأرض أو ترتطم به، بحيث أنه وبشكل يومي يتم اكتشاف نيازك تقترب من الغلاف الجوي للأرض ولكن لله الحمد إلى الآن لم يسقط أي منها على سطح الأرض في أماكن مأهولة بالسكان لأنه لو حدث ذلك لا قدر الله ستكون العواقب وخيمة ... وأيضاً اكتشاف الفضاء له أهمية كبرى في التجارب العلمية التي يصعب أحياناً على العلماء إجراءها على كوكب الأرض، فعلى سبيل المثال هنالك العديد من التجارب التي بحاجة

إلى تفريغ هواء (تفريغ الهواء باستخدام الأجهزة على سطح الأرض غير كافٍ) وذلك عدا عن الملاحظات الطبية التي سُجلت على مر الرحلات الفضائية عن التغيرات البيولوجية على أجسام رواد الفضاء والتي مكنت علماء الطب من فهم أوسع وأشمل عن جسم الإنسان وكيفية تعامله مع التغيرات التي تُحيط في جسمه من نقصان في الضغط الجوي إلى ضعف الجاذبية الأرضية وغير ذلك من الإشعاعات الضارة وغيرها...

ومن أهم الأسباب أيضاً هو الفضول لمعرفة هل نحن وحدنا في هذا الكون الواسع ؟ حيث تقول العديد من النظريات بأنه من المستحيل أن نكون وحدنا في هذا العالم الكبير جداً، ولابد أن يكون هنالك حضارات أخرى في أحد تلك الأطراف المُتناثرة في هذا الكون الواسع، أو على الأقل يكون هنالك حياة على سطح أحد الكواكب، ولربما يوماً ما سنكتشف أن الحياة موجودة على المريخ أو على أحد الكواكب الموجودة خارج نظامنا الشمسي، أو رُبما نجد دلائل على وجود حياة مُنقرضة وكانت مزدهرة في يوم من الأيام على القمر مثلاً؛ وكُل هذه احتمالات كثيرة وواسعة، وخيال يأخذنا إلى أبعد الحدود ... والله وحده أعلم بمخلوقاته.

مع أن العُلماء يتطلعون بالمقام الأول لحماية كوكب الأرض من النيازك المُدمرة، إلا أنهم ينظرون إلى إمكانية العيش على كواكب وأقمار أخرى وإمكانية التكاثر والزراعة عليها أيضاً، ولعل هذه النظرة المُستقبلية تبدو خيالاً علمياً، ولكن المشي على القمر كان في الخمسينات عبارة عن

قصة يتلوها الأهالي لأبنائهم قبل النوم، أما في الستينات من القرن الماضي فقد أصبح الخيال واقعاً.

في هذه الأيام يسبح بالفضاء عديد من المجسات الفضائية وهي عبارة عن أجهزة فضائية مُزودة بعديد من الأذرع الفضائية ذات المجسات والمثاقب والكاميرات ومعامل التحليل؛ وهي تقترب من الكواكب وتدور حولها وتهبط عليها وتأخذ عينات من الصخور وتُحللها وتُرسل نتائجها إلى مركز المراقبة الأرضية مثل جاليليو الذي فحص كوكب المشتري والمجس كاصيني الذي وصل إلى كوكب زحل وقام بفحص تُربته والمجس بانفايدر الذي أطلق إلى المريخ؛ وأرسل المزيد من المعلومات عن هذا الكوكب بالإضافة إلى المُنقب القمري الذي فحص سطح القمر وبناء عن المعلومات التي أرسلها فإنه يوجد ما بين 10 : 300 طن من الماء على سطح القمر.

تُعتبر محطة الفضاء الروسية مير التي تناوب على الصعود إليها بواسطة المكوك الفضائي العديد من رواد الفضاء وهي أشهر محطة فضائية أطلقت سنة 1986 م وهي تتكون من خمس مركبات فضائية مُتصلة ببعضها ومُزودة بلوحات شمسية خاصة تمدها بالكهرباء ومهمة الرواد بداخل المحطة دراسة الأجسام الفضائية والغلاف الجوي ومُناخ الأرض.

مُنذ بداية انطلاق المركبات الفضائية لغزو الفضاء إلي الآن تطور كُل شيء مُتعلق برواد الفضاء؛ فلقد كان قديماً تُقدم وجبات ذات طعم سيء لرواد الفضاء وذلك كي تتناسب مع طبيعة الفضاء؛ أما اليوم وبعد مضي

سنوات على ارتياد الفضاء فقد أصبح الطعام الذي يُقدم للرواد أكثر شهية؛ فاليوم يستمتع الرواد بتناول الطعام الجاهز الذي لا يقل جودة عن ذلك الذي يُعد على الأرض؛ فقد توافرت بالمركبات الفضائية معدات لتدفئة الطعام وتبريده، بل وتجميده ... ونظراً لأهمية ماء الشرب لأية بعثة فضائية، فإن خلايا الوقود بالمكوكات الفضائية تُنتج ماءً نقياً عند توليدها للكهرباء اللازمة للمركبة. كما يُعاد استخدام الماء في الرحلات التي تستغرق وقتاً طويلاً في عمليات الغسيل والنظافة؛ كما تُنقي أجهزة إزالة الرطوبة الهواء من الرطوبة الناتجة من عملية الزفير ... وكُل هذا التقدم والتطور سببه سبر أغوار الفضاء الذي كان شيئاً مُبهماً وغير معروف مُنذ خلق الله الإنسان إلي أن انطلقت المركبات الفضائية تغزو القمر وتهبط عليه بل وتطأ أرجل الإنسان عليه ... ومن أجل المكانة العالية التي وصل لها إنسان العصر الحديث من تطور وتقدم في مجال تكنولوجيا الفضاء جاء دور هذا الكتاب الذي يُلقي الضوء علي ما توصل إليه عُلماء الفلك والفضاء من مكانة عالية في صُنع صواريخ وكاميرات ومجسات يستطيعون من خلالها معرفة مكونات الكواكب والأقمار والنيازك وذلك حتي يتعرفوا علي المُفيد منها لخدمة الإنسانية واتقاء شر الضار منها حتي تنجو البشرية من أضرارها .

د. إيهاب البنا

## مقـــدمة

لا شك أن الفلك مرتبط بالحياة ارتباطًا وثيقًا، ولا شك أيضًا في أن غالبية للناس ـ في هذا العصر الذي يمكن أن يُكنى بعصر الفضاء ـ لا يدركون تمامًا مدى هذا الارتباط. وهذا ما سنحاول شرحه وبيانه في هذا الكتاب، متوخين فيه الإيجاز،

إذ لا يتسع المقام في هذا الكتاب، لشرح أي ناحية من نواحي هذا الارتباط تفصيلًا، وسيجد القارئ أن هذا الارتباط نشأ منذ أقدم العصور، كما تدل على ذلك آثار العصر الحجري ومخلفات المصريين القدماء، وما زالت حاجة الناس ماسة إلى كثير من الحقائق الفلكية، التي كُشفت خلال القرون الماضية، واستخدام الأرصاد الفلكية في كثير من شئونهم المدنية، كرسم الخرائط و ضبط الوقت والملاحة بأنواعها المختلفة وغير ذلك.

ومع ذلك فلم تكن حاجة الناس إلى استخدام هذه الحقائق هي التي حفزت الإنسان إلى كشفها على مر الدهور الطويلة، بل إن الحافز الحقيقي لكشفها وكشف غيرها من الحقائق العلمية هو الفضول الغريزي في الإنسان، و هو الذي يميزه عن غيره من المخلوقات التي استعمرت هذا الكوكب.

وسيظل هذا الفضول الغريزي، حافزًا على الكشوف بأنواعها المختلفة ما بقي على الأرض إنسان.

ويحضرنا في هذا الصدد ما قاله العالم الخالد الذكر نيوتن، الذي كشف كثيرًا من قوانين الرياضة والطبيعة قبيل وفاته: "لا أدري ماذا سيقول الناس عني؟ أما رأيي عن نفسي فلم أكن إلا أشبه بطفل يلهو على شاطئ البحر، يفرح بالأصداف التي تقذفها الأمواج، بينما البحر في جوفه اللآلئ".

لقد كشف الإنسان الكثير عن خصائص هذا الكون الذي يعيش فيه، وسيظل يكشف بدافع الفضول الغريزي، كما أسلفنا، ولكن لا شك في أن الكثير عن خصائص هذا الكون سيظل كشفه فوق مقدوره.

و لو حاولنا مع ذلك تحليل عنوان هذا الكتاب إلى عنصريه، الحياة والفلك، وعرفنا كلًا منهما على حدة، لكشفنا توًا مدى ارتباطهما منذ الأزل، فالحياة عند الإنسان ليست غذاء عقله وروحه ، و الفلك ليس فرعًا من فروع هذه المعرفة، التي ازدحمت كنوزها على مر الزمان.

ولا شك أن الإنسان منذ أن استعمر هذا الكوكب نظر إلى السماء، فراعه جمالها، وما يلمع على أديمها من النجوم، وأدرك بالملاحظة ظواهرها شروقًا وغروبًا، وكسوفًا وخسوفًا. وقبل أن يكفل له المجتمع الأمن والعدالة استلهم من بعض الأجرام السماوية القوة والعزاء، واتخذ منها آلهة يعبدها قبل أن ينضج إدراكه إلى معرفة خالقة جل شأنه.

من أجل هذا نجد أن الفلك من أقدم فروع المعرفة إطلاقًا، وربما كان هو أصلها قبل أن تتفرع إلى فروع، وارتباطه وثيق بمراحل التطور الفكري للإنسان وحضارته، ولطالما داعب الأمل أذهان الكثيرين من الأدباء والعلماء في إمكان الوصول إلى القمر أو بعض أخوات الأرض من السيارات، غير أن هذا الأمل لم يتجاوز نطاق الأحلام الجميلة، لما يكتنف تحقيقه من صعوبات لا حصر لها.

ولكن بعد أن أطلق الروس قمرهم في خريف عام **1957**، الذي يحتوي على أجهزة علمية، لكشف بعض خصائص الغلاف الهوائي وتغيرها؛ قويت الآمال في تحقيق هذا الحلم الجميل، فإذا تحقق هذا الحلم يومًا، فلن تكون أهم نتائجه مجرد وصول الإنسان إلى القمر أو إحدى السيارات، بل في مدى تطوير الصناعات المختلفة، ووسائل الانتقال، وغير ذلك مما لا يمكن التكهن به من الآن.

فقد استلزم إطلاق هذه الأقمار الصغيرة وخروجها من قبضة جاذبية الأرض دراسات وبحوثًا في شتى فروع العلم والهندسة، لتصميم المركبات التي تحملها إلى الفضاء بسرعة معينة (**11.2** ميل في الثانية). يلزم لتكوين هذه السرعة احتراق كميات كبيرة من الوقود السائل أو الصلب، وعلى ارتفاعات معينة يتغير اتجاهها حتى تصبح عند مدى معين، موازية لسطح الأرض، فتأخذ مسارًا مقفلًا حولها. وقد استلزم تصميم هذه المركبات تعبئة جهود العلماء، وتوفير المال والإمكانيات لهم.

ولا شك أن استنباط الوقود اللازم، وتصميم هياكل المركبات، وعمليات التوجيه ليست من الأمور الهينة، ولا بد أن هؤلاء العلماء قد اكتشفوا خلال دراساتهم وبحوثهم في هذا المجال كشوفًا أخرى كثيرة، فإذا تذكرنا ما كان لكشوف البخار والكهرباء وغيرها من آثار في تطوير حياتنا، أدركنا ما سوف يكون لهذه الكشوف من الأثر في تطوير الحياة على سطح الأرض، وتوفير الرفاهية والرخاء لشعوبها.

# الأرض

الأرض كرة كبيرة يبلغ قطرها 7920 ميلًا، ومحيطها 24880 ميلًا، إلا أنها ليست كاملة الاستدارة، إذ ينقص قطرها الواصل بين قطبيها عن قطرها الاستوائي بمقدار 28 ميلًا.

واستدل القدماء على كروية الأرض من رؤية قلاع المراكب المقتربة من الشاطئ قبل جسمها، كما تمكن "ماجلان" البرتغالي المولد في عام 1520م، من أن يطوف حول الأرض بمركب شراعية، وبالرغم من أنه قُتل في إحدى الجزر إلا أن القافلة التي استصحبها في رحلته قد عادت إلى المكان الذي بدأت منه، وبهذا دلت بما لا يقبل الشك على كروية الأرض. وقد تمكن الإغريق من مشاهدة خسوف للقمر، وتبين لهم أن حد ظل الأرض على القمر مقوس، ولا ينتج ذلك إلا إذا كانت الأرض كروية.

ومن البراهين الفلكية على كروية الأرض، رؤية النجم القطبي بارتفاعات تختلف باختلاف موقع الراصد، فعند خط الاستواء يُرى النجم القطبي على الأفق، ويزداد ارتفاعه كلما اتجهنا شمالًا إلى أن يُرى عند سمت الرأس، عند قطب الأرض الشمالي، أما إذا كانت الأرض مستوية لرؤي النجم القطبي على ارتفاع ثابت من جميع بقاع الأرض.

وتدور الأرض حول نفسها مرة في اليوم، وفي الوقت نفسه تسبح في الفضاء حول الشمس بسرعة كبيرة، تقدر بثمانية عشر ميلًا ونصف ميل في الثانية، وتتم دورة كاملة في زمن قدره سنة. ويبلغ متوسط بُعد الأرض عن الشمس 93 مليونًا من الأميال.

ومع أننا لا نشعر بهاتين الحركتين شعورًا مباشرًا، إلا أننا نستطيع دائمًا تحقيقهما وقياسهما بما ينشأ من حركات ظاهرية للأجسام، كالنجوم والشمس نتيجة لحركة الأرض، ومثلنا في ذلك مثل المسافر في القطار، لا يكاد يحس حركته المكتسبة من وجوده في القطار المتحرك إلا بملاحظة حركة الأشجار، وأعمدة التلغراف، والقرى تجري أمام ناظريه متلاحقة بسرعة تساوي سرعة القطار، ولكنها في الاتجاه المضاد لاتجاه سيره.

أما باطن الأرض؛ فليست لدينا الأدلة المباشرة على ماهيته، والمناجم التي حُفرت لا تعدو أن تكون خدوشًا صغيرة في القشرة الأرضية، وقد بينت أن درجة الحرارة تزيد إلى الداخل بمعدل درجة مئوية لكل مائة متر تقريبًا، ولا شك أن باطن الأرض ساخن، كما تدل عليه البراكين والينابيع الساخنة.

وتسجيل الزلازل والهزات الأرضية التي تقع بين آن وآخر في مرصد حلوان ومراصد العالم الأخرى، يكفل لنا الوسيلة للتوسع في دراسة باطن الأرض، ومعرفة ماهيته. وقد دلت الدراسات الطويلة للتسجيلات العديدة للزلازل، على أن باطن الأرض يتكون من كرة ملتهبة مركزية، يبلغ طول قطرها أربعة آلاف ميل تقريبًا، وكثافتها تعادل كثافة الحديد، وأغلب الظن

أنها تتكون من المعادن الثقيلة كالحديد والنيكل، ويعلو هذه الكرة طبقة من الصخور الثقيلة تبلغ كثافتها أربعة أمثال كثافة الماء، ويعلو هذه الأخيرة طبقة من الصخور الأقل كثافة، أهمها الجرانيت، وتقدر كتلة الأرض بستة آلاف مليون مليون مليون طن.

ويقدر علماء الجيولوجيا تقديرات مختلفة لعمر الأرض، ولعل التقدير الجيولوجي الذي يمكن الاعتماد عليه لعمر الأرض هو 250 مليون سنة، وهناك تقديرات فلكية لعمر الأرض، أقربها إلى التقدير الجيولوجي 560 مليون سنة.

## الغلاف الهوائي

يحيط بالكرة الأرضية غلاف هوائي، يتكون في الطبقات السفلى من مزيج من الأكسجين والنيتروجين، بنسبة 20.95% و 78.07% من حيث الحجم على التوالي، ويمتزج مع هذين الغازين عدة غازات أخرى،

بنسبة ضئيلة لا تتجاوز 1% من حيث الحجم؛ أهمها الأرجون وثاني أكسيد الكربون والهيدروجين والهيليوم. وقد تمكن العالم الشهير "بيكار" من الحصول على عينة من الهواء على ارتفاع 16 كيلو مترًا، وبتحليله لم يكتشف فرقًا يُذكر بينه وبين الهواء القريب من سطح الأرض.

والأكسجين هوالعنصر الفعال في الجو، فمنه يكتسب الإنسان قدرته على العمل، أما النيتروجين فملطف، ومن المعروف أن الإنسان والحيوان يستنشقان الأكسجين، ويفرزان ثاني أكسيد الكربون الذي يمتصه النبات ويفرز الأكسجين بدلًا منه.

ويبدو أن الإنسان قد أسرف في إحراق الوقود، مما ترتب عليه الآن إضافة ملايين عدة من الأطنان من ثاني أكسيد الكربون، الذي يؤثر في إشعاع الجو. وقد قُدرت الزيادة في متوسط درجة حرارة الجو بسبب ذلك بنحو 0.005 من الدرجة المئوية في العام، خلال الخمسين سنة الأخيرة، نتيجة التوليد الصناعي لهذا الغاز.

وفي الجو عنصر هام آخر، هو بخار الماء الذي تختلف كميته باختلاف الزمان والمكان، وهو عامل أساسي في بقاء الحياة، فمنه تتكون السحب والأمطار، كما أنه يلعب دورًا هامًا في تكوين الميزان الحراري، إذ ينعكس عليه جزء كبير من الإشعاع الشمسي بوساطة السحب، كما أن قابلية بخار الماء لامتصاص الإشعاع طويل الموجة؛ الذي تشعه الأرض؛ يحول دون هروبه في الفضاء.

وقد اكتُشف الصوديوم في الغلاف الهوائي على هيئة بخار، يرجَح أن يكون مصدره الشمس، ومع أن هذا العنصر يوجد بكمية ضئيلة، إلا أنه يلعب دورًا أساسيًا في تكوين الضوء الهوائي.

ويحتوي الهواء أيضًا على الأوزون، وهو من مركبات الأكسجين الناتجة عن التفاعل الكيميائي الضوئي بين أكسجين الجو والأشعة فوف البنفسجية، التي تنبعث من الشمس، وينتج عن هذا التفاعل ارتفاع درجة حرارة الطبقة التي يوجد فيها الأوزون بوفرة، والتي تقع على ارتفاع بين 30 و45 كيلو مترًا من سطح الأرض. والأوزون الموجود قريبًا من السطح قليل، ويختلف باختلاف الفصول، فيزداد عند الانخفاضات الجوية، وينقص مع الارتفاعات، ويكثر انتشاره في مصر في الربيع، ويقل في الخريف. ولو جُمع كل الأوزون الموجود في الجو فإن سمكه لا يتجاوز 3 ملليمترات تحت الضغط القياسي، وهذه الكمية على صغرها تعتبر درعًا واقية للحياة على سطح الأرض، لأنها تمتص أشعة الشمس فوق البنفسجية المميتة.

والأوزون في حد ذاته مطهر قوي وفعال، بحيث أنه عند ضغط يعادل الضغط الجوي على سطح البحار، فإن كمية منه مركزة لدرجة جزء من مليون تكفي للقضاء على الحياة، ولو وُجد الأوزون الموجود بين ارتفاعي 30 و45 كيلو عند الضغط العادي، فإن من يستنشقه يموت على الفور.

وأهم خصائص الهواء بوجه عام رداءة توصيله للحرارة التي تقدر بنحو جزء من عشرين ألف جزء من درجة توصيل معدن كالنحاس. والهواء يشغل الحيز الذي يتاح له، فإذا سُمح له بالانتشار هبطت درجة حرارته، وإذا ضُغط ارتفعت درجة حرارته.

والهواء كالماء يتحرك من ضغط أعلى إلى ضغط منخفض، فمجرد حدوث تغير في الضغط في منطقة ما بسبب اختلاف درجة التسخين من أسفل، يتحرك الهواء من الجهة ذات الضغط العالي إلى الجهة ذات الضغط المنخفض، لإعادة التوازن، وهكذا نرى أن تغير الضغط عامل مهم، إذ عليه يتوقف شدة الرياح واتجاهها. ونسيم البر والبحر مثال على هذا، ففي الصيف نجد الهواء فوق اليابسة، يسخن أسرع من الهواء الملاصق لسطح الماء، وينشأ من ذلك هبوب رياح باردة من البحر نحو البر، و تنعكس الآية ليلًا فتهب ريح باردة من اليابسة نحو البحر.

و على ارتفاع 80 كيلومترًا من سطح الأرض، نجد مناطق من الجو توجد فيها الإلكترونات والإيونات بمقدار محسوس يكفي للتأثير على

انتشار أمواج الراديو نفاذًا أو انعكاسًا، و سنتكلم عنها بتفصيل أكثر فيما بعد.

وعلى ارتفاع 100 كيلو متر، حيث يبلغ الضغط جزءًا من مليون جزء مثيله عند سطح الأرض، تتكون قاعدة لمناطق كثيرة مهمة. وقد دلت التجارب على أن التكوين الكيميائي للهواء عند هذه المنطقة يظل كما هو عند سطح الأرض، وبعدها بقليل يحدث تغير هام في التكوين الطبيعي للأكسجين، إذ نجد أن معظمه في حالة ذرية، ويترتب على وجوده امتصاص كبير للإشعاع الشمسي، فتزيد درجة حرارة الهواء اضطرادًا، كما ينشأ عنه الإشعاع الضوئي للهواء ليلًا.

وفيما بين 100 و120 كيلو نجد طبقة من الهواء متأينة لها أهمية فنية، خاصة في الاتصالات اللاسلكية، وسوف نذكر ذلك تفصيلًا عند الحديث عن الانفجارات الشمسية، وعند هذا الارتفاع تتكون ظاهرة الإشعاع الهوائي للضوء الانبعاثي، الذي يتكون أساسًا من الطيف الانبعاثي للخطين الأخضر والأحمر للأكسجين الذري، والانبعاثات الحزمية من النيتروجين الجزئي. ويلاحَظ أن الضوء الهوائي يحدث طول السنة، ولا يختلف إلا قليلًا باختلاف خط العرض.

وهناك ظاهرة الشفق القطبي، وهي أشد في قوتها من ضوء الهواء ليلًا، والتي تُرى في خطوط العرض القطبية. ويحتوي الضوء الشفقي على موجات انبعاثية شديدة من خطوط الأكسجين الخضراء والحمراء، كما هو الحال في ضوء الهواء، إلا أن الانبعاث الحزمي الشديد ينشئ الانبعاث على

ارتفاع 100 كيلو متر، ولا تُرى إلا نادرًا في خطوط العرض السفلي، وفي هذه الأحوال تتكون الظاهرة على ارتفاع 60 كيلو مترًا وعلى ارتفاع 1000 كيلو، أيضًا تتبخر ملايين الشهب التي تدخل الغلاف الهوائي يوميًا، وتذهب هباءً في الجو، وينشأ من تبخرها تأين عالي التركيز.

وعلى ارتفاع بين 160 و170 كيلو تتكون طبقة متأينة من الهواء تعرف بطبقة "ف 1"، وبعد هذا الارتفاع تزيد كثافة الأيونات، وتتكون طبقة أخرى مستمدة من "ف 2 " وتتداخل الطبقتان: "ف 1" و"ف 2" أثناء الليل، لتكوين طبقة واحدة "ف". ويلاحَظ أنه على ارتفاع 160 كيلو يبلغ ضغط الهواء ثلاثة أجزاء من ألف مليون جزء مثيله عند سطح الأرض، بينما تبلغ درجة الحرارة نحو 750 درجة مطلقة، وتزيد درجة الحرارة اضطرادًا مع الارتفاع.

وقد استُنبطت معلوماتنا عن المناطق العليا في الجو من أرصاد مباشرة وغير مباشرة، ومن بحوث نظرية مختلفة، ولم يدخر العلماء جهدًا في سبيل أخذ أرصاد مباشرة.

فوصل بيكار وزميله عام 1932 إلى ارتفاع 1/2 16 كيلو، و مكثا عند هذا الارتفاع يومًا وبعض يوم، وهناك رأيا لون السماء أسود حالكًا أثناء النهار، والنجوم تسطع فيها. وفي صيف 1934 صنع "ستيفن" من سلاح طيران أمريكا بالونًا حلق به إلى 19 كيلو، وهناك انشق غلاف البالون ونجا من فيه بآلاتهم بوساطة المظلات الواقية. أما أقصى ارتفاع بلغه الإنسان فهو 32 كيلو، وصل إليه ثلاثة من الضباط

الروس عام 1934 في بالون ذي عربة مقفلة، على أن مما يؤسَف له أن العربة انفصلت ولقي هؤلاء الأبطال حتفهم، ولكن البالون كان قد اجتاز طبقات من الجو وصلت الحرارة فيها إلى 67 درجة مئوية تحت انصهار الجليد.

ومن الأجهزة التي شاع استعمالها لدراسة العناصر الجوية في الطبقات العليا "الراديو سوند" أو البالون المذيع، وبه يمكن قياس الضغط والحرارة والرطوبة واتجاه وسرعة الرياح، وذلك إلى ارتفاع نحو عشرين كيلو مترًا.

ومنذ عام 1945، أعد الأمريكان قاعدة لإطلاق صواريخ، تحتوي على أجهزة خاصة، لرصد العناصر الجوية إلى ارتفاعات شاهقة، وقد وصل الصاروخ الذي أطلقوه في 16 ديسمبر سنة 1948 إلى ارتفاع 190 كيلو فوق سطح الأرض.

ووصلت بعض الصواريخ التي أُطلقت بعد هذا التاريخ إلى ارتفاع نحو 200 كيلو. وقد أيدت المعلومات التي جُمعت بهذه الصواريخ كثيرًا من استنتاجاتنا النظرية عن خصائص الهواء في الطبقات العليا، وتتلخص الوظائف الحيوية للغلاف الهوائي فيما يأتي:

**أولًا**: احتواؤه على الأكسجين الذي نستنشقه.

**ثانيًا**: كونه عازلًا لحرارة الشمس.

**ثالثًا**: استخلاصه للأشعة فوق البنفسيجية المميتة من الإشعاع الشمسي.

**رابعًا**: تبخر الشهب فيه.

**خامسًا**: انعكاس الموجات اللاسلكية فوق الطبقات المتأنية فيه.

ومن هذا ومن ذاك يعتبر الغلاف الهوائي معملًا مثاليًا للدراسات الطبيعية المتنوعة، فلا غرابة إذن أن يسعى العلماء إلى استكمال معلوماتهم عنه ما وجدوا إلى ذلك سبيلًا. وقد اهتم الفلكيون به، إذ أن الأشعة التي تنبعث من الأجرام السماوية تخترق هذا الغلاف قبل أن تصل إلينا.

## الســماء

السماء لغةً: هي كل ما علاك فأظلك، ومنها يُقال لسقف البيت سماء. فإذا نظرنا إلى السماء نهارًا، فلا نرى إلا الشمس تطلع ناحية الشرق صباحًا، وترتفع رويدًا رويدًا حتى تبلغ كبد السماء ظهرًا، ثم تنحدر ناحية المغرب إلى أن تتوارى تحت الأفق الغربي.

وإذا تأملنا السماء ليلًا وجدناها تزدان بالنجوم هنا وهناك، وإذا دققنا النظر لوجدنا أن هذه النجوم ليست متساوية في درجة اللمعان، بعضها ألمع من بعض، كما أننا إذا نظرنا ناحية الشرق مدة كافية لوجدنا نجومًا تُشرق من تحته باستمرار، بينما غيرها ناحية الغرب تغيب على التوالي، ولو أننا تتبعنا حركاتها لوجدناها وكأنها جميعًا مثبتة فوق سطح كرة كبرى، وأن هذه الكرة تدور فوق رؤوسنا من الشرق إلى الغرب في اتجاه معين يمكن تعيينه، وأن هذا الاتجاه يمر بنجم معين أو بالقرب؛ ولذا نجد أن هذا النجم لا يتحرك، وهذا النجم هو الذي عناه شاعرنا الكبير شوقي، في أغنيته المشهورة التي غناها عبد الوهاب "و نجمة مالت ونجمة حلفت ما تتأخر"، وهذا النجم هو الذي يسميه الفلكيون النجم القطبي أو القطبية.

وقد يستغرب القارئ إذا قلنا له: إن هذه النجوم التي نراها ليلًا ليست لا نهائية العدد كما كان يظن، بل إن عددها محدود، وإن أجدادنا المصريين القدماء أحصوها عدًا منذ أقدم العصور، وإنها لا تتجاوز الستة

الآلاف، ونصف هذا العدد هو الذي يراه الراصد ليلًا، أما النصف الآخر فهو الذي يكون فوق آفاق الراصدين في نصف الكرة الآخر، والذي يكون فوق أفق الراصد نهارًا في ذلك الحين، ولكنه لا يراه بسبب شدة ضوء الشمس.

فإذا راقبنا مطلع الشمس كل يوم وجدناها تنتقل بين النجوم أثناء السنة، فقبيل الفجر نجد أن شعاعها يبزغ بالقرب من نجم معين، وبعد فترة يبزغ في اتجاه نجم آخر، ولهذا نجد أن منظر السماء ليلًا يتغير باستمرار من أي مكان عدا القطبين على مر الليالي أثناء السنة، فالذي نراه في مساء ليلة **15** يونيو يختلف عما نراه في مساء **15** يوليو وهكذا (*)، ولو أننا قارنا ما نراه في مساء ليلة معينة، وفي وقت معين من الليل في كل من الكاب والخرطوم والقاهرة وروما واستوكهلم مثلًا، لوجدنا ما يُرى في أي واحدة منها، يختلف اختلافًا قليلًا أو كثيرًا عما يُرى في الأخرى.

من هذا استنتجنا أن منظر السماء يختلف باختلاف مكان الراصد من سطح الأرض وزمانه، وليست هذه النتيجة صعبة التصور إذا تذكرنا أن الأرض التي نعيش عليها كروية الشكل، وأن الكون وما فيه من أجرام يحيط بها من كل صوب، وأن هذا الكون لا حد لسعته، ولذا نستطيع أن نفترض أن هذه الأجرام تقع جميعها على بسيط كرة كبيرة، قطرها لا نهاية له، وأن أرضنا عند مركز هذه الكرة، التي يسميها الفلكيون الكرة السماوية. ومن السهل بعد هذا أن نرى لماذا كان منظر السماء من مكان ما مثل "أ" (شكل **1** ) وهو ما يعلو المماس للأرض عند نقطة "أ" يختلف

عنه في "ب". بقي بعد ذلك أن نجد تفسيرًا لشروق الشمس والنجوم في المشارق، وغروبها في المغارب.

إن هذه الظاهرة لا يمكن تفسيرها إلا بأحد أمرين، إما أن تكون الكرة السماوية تتحرك فوق رؤوسنا من الشرق إلى الغرب، أو تكون أرضنا وحدها هي التي تتحرك من الغرب إلى الشرق، فإذا كان الأمر الأول؛ فإن حركة الكرة السماوية و ما عليها من نجوم تكون حركة حقيقية، وإذا كان الأمر الثاني فإن حركة النجوم هذه تكون حركة نسبية، أشبه بحركة الأشياء، كما تبدو للمسافر في القطار كما ذكرنا سابقًا.

ومن الغريب أن نرى أنه بينما ثبت لدى العلماء أن الأرض كرة منذ أقدم العصور، وتمكن أحد علماء مدرسة الإسكندرية القديمة من قياس قطرها، فإن دوران الأرض حول نفسها، الذي ينشأ عنه هذه الحركة الظاهرية للكرة السماوية وما عليها، لم يثبت بالتجربة إلا في منتصف القرن التاسع عشر، فقد علق "فوكو" بندولًا طويلا من برج البانتيون بباريس، وثبت في آخره ثقلًا له سن مدببة وحرَّكه في مستوى معين، واضعًا تحته طبقة من الرمل، فلاحظ بعد وقت تغير اتجاه المستوى الذي يتحرك فيه البندول بما تحدثه السن المدببة من أثر على الرمل.

من هذه التجربة أثبت "فوكو" دوران الأرض حول نفسها، وقاس مدة هذه الدورة، ووجدها تتفق تمام الاتفاق مع مدة دورة الأجرام السماوية فوق رؤوسنا، مما يدل على أن حركة الكرة السماوية حركة ظاهرية وليست حقيقية. فضلًا عن هذا فإنه من غير المستساغ أن نفترض

أن هذه النجوم على تفاوت أبعادها تتحرك حركة واحدة، وأن افتراض حركة جسم واحد يعطي حركة ظاهرية لأجسام متباعدة أرجح احتمالًا، وهذا ما أخذ به كثير من العلماء قبل أن يثبت "فوكو" بتجربته دوران الأرض.

أما تغير ما يُرى على أديم السماء من نجوم، بين شهر وآخر؛ فناشئ عن حركة الشمس نفسها بين النجوم أثناء السنة التي جاء ذكرها آنفًا، والتي يمكن التحقق منها في كل وقت، وهنا أيضًا نجد حركة الشمس هذه ليست حركة حقيقية، بل هي حركة ظاهرية، نشأت بسبب دوران كوكبنا حول الشمس مرة في السنة، وبسبب هذا الدوران تبدو لنا الشمس تنتقل وسط النجوم، فالأرض عندما تكون في النقطة "أ" ( شكل 2 ) من مدارها حول الشمس، يرى سكانها الشمس في اتجاه النجم "ج"، فإذا بلغت النقطة "ب" من هذا المدار يرى الراصدون على سطحها الشمس في اتجاه النجم "ء"، وهكذا تبدو الشمس للناظرين، تتحرك بين النجوم في مسار دائري ثابت، يسميه الفلكيون الدائرة الكسوفية، وحول هذه الدائرة تُرى مجموعات من النجوم، قسمها القدماء من الراصدين إلى اثنتي عشرة مجموعة تعرف بالبروج، ويجمعها قول الشاعر:

حمل الثور جوزة السرطان ورعى الليث سنبل الميزان

ورمى عقرب بقوس الجدى نزح الدلـو بركـة الحيتان

إن هاتين الحركتين لكوكبنا، الأولى حول نفسها ومدتها يوم واحد، والأخرى حول الشمس ومدتها سنة، والتي نلقنها لأطفالنا في المدارس الابتدائية، لم يكن إثباتهما من الأمور الهينة، وقد رأينا أن أولاهما لم تثبت بالتجربة إلا في منتصف القرن التاسع عشر، أما الثانية فقد افترضها بعض العلماء اليونانيين القدماء، ولكن أرسطو الفيلسوف العظيم ندد بهذا الفرض، وزعم ثبوت الأرض في الفضاء، ذلك لأن النتائج التي يجب أن تترتب عن دوران الأرض حول الشمس، لم تحققها الأرصاد في ذلك الحين، ولا شك أن منطق أرسطو كان سليمًا. لذلك؛ ونظرًا لما كان لهذا الفيلسوف العظيم من مكانة مرموقة؛ لم تثبت هذه الحقيقة إلا بعد ذلك بقرون طويلة.

وقد دحض أرسطو فكرة دوران الأرض حول الشمس بعجز الأرصاد عن تحقيق نتائجها المباشرة، ولو أن الأرض تدور حيققة حول الشمس لرأينا النجم "ن" في وقت ما من السنة في الاتجاه "أ ن" (شكل 3) أو بعد ستة أشهر حيث تكون الأرض في نقطة "ب" نرى النجم نفسه في اتجاه آخر هو الاتجاه "ن ب"، ولم تثبت الأرصاد حينئذٍ اختلاف الاتجاه الذي يُرى فيه نجم واحد مثل "ن" في مدى ستة أشهر، ذلك لأن القدماء لم يدركوا مدى صغر الخط "أ ب" بالنسبة للخط "أ ن"، الذي يمثل بُعد النجم، وبالتالي مدى صغر الزاوية "أ ن ب"، التي تمثل الفرق بين الاتجاهين.

## النجوم والكواكب

قلنا آنفًا: إن عدد ما يمكن رؤيته بالعين المجردة من الأجرام السماوية في السماء نحو ستة آلاف، ونصف هذا العدد هو الذي يكون فوق أفق الراصد في أي وقت،

وفيما عدا عدد صغير لا يتجاوز الخمسة أو الستة، نلاحظ أن هذه الأجرام تتلألأ بالضوء نتيجة للتيارات الهوائية في الغلاف الهوائي، ونسميها نحن النجوم، وهي في حقيقة أمرها شموس مثل شمسنا، من حيث طبيعة تكوينها، أو تركيبها الكيماوي، أو كيفية تكوين الطاقة فيها بوجه عام، وهي تبدو صغيرة بالنسبة للشمس، لا لسبب إلا لأنها أبعد من الشمس.

ولو تذكرنا أن سرعة الضوء تقدر بنحو **300** ألف كيلو متر في الثانية الواحدة، نجد أن الضوء يصلنا من الشمس، التي تبعد عنا بنحو **149 2/1** مليون كيلو متر في زمن قدره ثماني دقائق و ثلث. وعلى هذا الأساس نجد أن الضوء يصلنا من أقرب النجوم في زمن يقدر بنحو أربع سنين ونصف السنة، من هذا يتضح لماذا تبدو النجوم أصغر بكثير من الشمس، ولماذا لم يستطع الفلكيون القدماء تحقيق الاختلاف الظاهري لمواقع النجوم، نتيجة لافتراض دوران الأرض حول الشمس.

ويزيد عدد ما يمكن كشفه من النجوم في السماء بازدياد قوة المنظار الذي نستعمله لهذا الغرض، ويُقدر عدد ما يمكن كشفه بوساطة أكبر المناظير في العالم، وهو منظار "مونت بالومار" بأمريكا، الذي يبلغ قطر مرآته 200 بوصة، بآلاف كثيرة من الملايين من النجوم.

أما الأجرام التي استثنيناها في مبدأ كلامنا هنا؛ فهي لا تتلألأ بالضوء كالنجوم، وإذا راقبناها فترات كافية لوجدنا أنها ليست ثابتة في مواقعها، بل تتحرك بين النجوم، وترسم مسارات لولبية بينها بخلاف النجوم التي تبدو للناظر ثابتة بالنسبة لبعضها البعض على مر السنين الطويلة. هذه الأجرام الخمسة تسمى الكواكب السيارة، عرفها القدماء منذ أقدم العصور، وهي: عطارد والزهرة والمريخ والمشترى وزحل؛ وهي أجسام منطفئة كالأرض، فنحن نراها بضوء الشمس منعكسًا على سطوحها، ولو فُرض أنه كان بها أقوام يعيشون، لرأوا أرضنا بضوء الشمس منعكسًا عليها، وبكيفية مماثلة، و لو نظرنا إلى هذه السيارات بوساطة المنظار، لوجدنا أن لبعضها قمرًا أو أكثر يدور من حولها، كما يدور قمرنا حول الأرض.

وقد حار العلماء كثيرًا في تفسير حركة السيارات بوساطة النجوم، وافترضوا لهذا افتراضات كثيرة، ولكن لما كان أساس افتراضاتهم قديمًا أن الأرض ثابتة في الفضاء، وأنها مركز الكون؛ فإن هذه الافتراضات لم تفسِر على وجه الدقة حركة السيارات، وظلت هذه المسألة بغير حل مقبول قرونًا طويلة. وفي أوائل القرن السادس عشر؛ وضع العالم البولندي الخالد

الذكر "كبرنيق" نظرية لتفسير حركة الكواكب السيارة، على أساس أنها والأرض تدور حول الشمس، وكلٌ في فلك يسبحون، ووجد أن هذا الفرض يفسر حركة السيارات وسط النجوم تفسيرًا أكثر مطابقة للأرصاد من الفروض السابقة، التي وُضعت على أساس ثبوت الأرض ومركزيتها للكون. ولم يتقبل العلماء ورجال الدين في أوربا هذا الافتراض بقبول حسن، بل عارضوه وتندروا به، لما كان لتعاليم أرسطو من أثر قوي في نفوسهم، ولأن الأرصاد لم تحقق النتيجة المباشرة لهذه النظرية، والتي تكلمنا عنها آنفًا، وهي اختلاف الاتجاهات التي تُرى فيها النجوم على مدار السنة.

وبينما كان الجدل عند ذروته، حول مركزية الأرض، كان الفلكي الدانماركي "تيكوبراها" يتابع رصد مواقع السيارات بدقة اشتُهر بها، وزاره معاصره العالم الرياضي الألماني "كبلر" فقام بتحليل هذه الأرصاد، واستنبط منها القوانين، التي عُرفت فيما بعد باسم قوانين "كبلر" عن حركة السيارات، وفحواها: أن كلًا منها يدور حول الشمس في مسار بيضاوي، تحتل الشمس إحدى بؤرتيه، وأن الخط الواصل من السيار إلى البؤرة، التي تمثلها الشمس، يرسم مساحات متساوية في أزمنة متساوية، وأن مربع مدة الدورة يتناسب تناسبًا طرديًا مع مكعب نصف قطر المدار.

ولم يفسر كبلر لماذا كانت حركة السيارات حول الشمس على هذا النحو، فكأنها قوانين وضعية، ولكن اكتشافها كان له صدى كبير في دوائر العلم، لأنها فسرت لأول مرة حركة السيارات المعقدة، وعلى أساسها

تطابقت المواقع المستنبطة نظريًا مع مواقع السيارات فعلًا في السماء. ولما اكتشف "نيوتن" قانون الجاذبية العام عرفوا أن هذه القوانين، التي اكتشفها كبلر ليست سوى نتائج لهذا القانون، ويعتبر هذا القانون إحدى دعائم أربع، قامت عليها النهضة العلمية في العلوم الطبيعية في العصر الحديث.

## قانون الجذب لنيوتن

كشف "نيوتن" بفطرته السليمة أهم خصائص المادة، وهي خاصية التجاذب بين جميع الأجسام مهما كان شكلها أو تكوينها الطبيعي أو الكيماوي.

أما كيفية التجاذب؛ فقد ضمنها قانونه المشهور، وفحواه: أن أي جسمين يتجاذبان بقوة تزيد اضطرادًا مع حاصل ضرب كتلتيهما، وعكسيًا مع مربع المسافة بين مركزيهما. وليس من السهل كشف هذا التجاذب بين أي كتلتين عاديتين، لصغر معامل الجاذبية.

وقد لاحظ الناس منذ أقدم العصور؛ ما لاحظه "نيوتن" من سقوط التفاحة من الشجرة نحو الأرض، وأن ما على الأرض يُجذَب إليها، أيًا كان موقعه من سطحها، ولا يستطيع أن يفلت من قبضة جاذبيتها. ومع أن بعض العلماء قبل عصر "نيوتن" قدَّر قوة هذه الجاذبية، إلا أن أحدًا لم يخطر بباله أن هذه الخاصية للأجسام كلها كبيرها وصغيرها، سائلها وصلبها، وأنها ليست ميزة للأرض دون غيرها، وأننا عندما نلحظ أثر هذه الجاذبية في سقوط التفاحة وأشباهها نحو الأرض، فلأن إحدى هاتين الكتلتين؛ وهي الأرض؛ كبيرة جدًا، وأكبر من الأجسام الأخرى التي نراها على سطحها، و الحقيقة التي كشفها "نيوتن" أن التفاحة تجذب الأرض، كما تجذب الأرض التفاحة وأشباهها.

وضرب "نيوتن" مثلًا آخر لهذا التجاذب، وهو حركة القمر الدائمة حول الأرض، فمن المعروف أن الأجسام التي تتحرك في مسارات دائرية تكتسب بهذه الحركة قوة طاردة مركزية خارج المسار، فلولا التجاذب بين القمر والأرض لانطلق القمر في الفضاء بعيدًا عنها، نتيجة لهذه القوة الطاردة. وبعد أن أسس نيوتن قواعد علم "الديناميكا"؛ استنبط كتلة القمر من تعادل قوة التجاذب بينه وبين الأرض، والقوة المركزية الطاردة، التي عينها من دراسة حركته في مداره.

وهكذا حققنا نتيجة بالغة الأهمية، واستطعنا أن نزن القمر وزنًا، دون حاجة إلى وضعه في كفة الميزان العادي، وقُدرت كتلة القمر في بادئ الأمر بالنسبة إلى كتلة الأرض، وبعدما عين معمل التجاذب الذي يعينه نيوتن في قانونه بتجارب مختلفة على سطح الأرض، أمكن تعيين وزنها، وبذلك أمكننا أن نعين كتلة الأرض والقمر بالأطنان، وبتطبيق هذا المبدأ على حركة الأرض حول الشمس، أمكننا أيضًا أن نقدر وزنها. وقد أمكننا تعيين أوزان النجوم البعيدة في أعماق الفضاء بطرق مختلفة.

وبعد استخدام المنظار في الأرصاد الفلكية، اكتُشفت سيارات أخرى، وأصبح عددها الآن تسعًا، وهي عطارد، والزهرة، والأرض، والمريخ، والمشترى، وزحل، وأورانوس، ونبتون، وبلوتو، ويعتبر اكتشاف الأخيرين أكبر نصر لقانون الجاذبية العام، وقد كشف عن وجودهما ما لوحظ من عدم تطابق مواقع أورانس المستنبطة من الحساب، مع مواقعه بالرصد، وقد دل ذلك على وجود كواكب أخرى تؤثر في أورانوس

**بالجذب، وقد أمكن حساب مواقع السيار نبتون في السماء من مقدار تأثيره على أورانس، وحُدد الاتجاه الذي وجد فيه تطبيقًا لقانون الجذب، وبالمثل أمكن اكتشاف السيار الأخير بلوتو.**

## المذنبات والشُهب

يطلق الفلكيون على الشمس والسيارات؛ بما فيها الأرض؛ اسم النظام الشمسي، ويشمل عدا هذا وتلك المذنبات والشهب.

أما المذنبات؛ فهي أجسام أصغر بكثير من السيارات، وتتميز عنها في أن مساراتها أكثر بيضاوية من مسارات السيارات، ولذا لا تُرى إلا عندما تكون في نقط من مدارها قريبة من مدار الأرض، وقد تبلغ في بعض النقط من مدارها مسافات أبعد من مدار "نيوتن"، وفي البعض الآخر أقرب من مسار المريخ، ولهذا كانت تفاجئ الناس بظهورها، ثم تفاجئهم باختفائها، وكان ظهورها في السماء يسبب هلعًا وخوفًا، وكان "هالي" أول من كشف عن طبيعة مساراتها هذه، التي ينشأ عنها ظهورها المفاجئ واختفاؤها المفاجئ.

وتمتاز المذنبات الكبرى عن السيارات، بأن لها ذيولًا، تمتد ملايين عدة من الأميال طولًا، وقد أثبتت الأرصاد أن مادة الذيول قليلة الكثافة، إلى درجة أنها لو مست الغلاف الهوائي، عند اقترابها من الأرض، وكانت مكونة من الغازات السامة فإنه لن ينشأ عن مثل هذا الاقتراب ما يضر الناس، ويؤيد هذه الحقيقة، أن ضغط الإشعاع الشمسي يكفي لتوجيه الذيل في الاتجاه المقابل، فعندما تكون الشمس في ناحية الشرق، يكون الذيل متجهًا نحو الغرب، والعكس صحيح.

وبالرغم من أن عدد المذنبات التي تُرى بالعين المجردة قليل جدًا، فإن عدد ما يمكن رؤيته بالمناظير الكبيرة منها نحو ستة في السنة، وأشهر المذنبات "مذنب هالي" و"مذنب بروك".

أما الشهب؛ فهي أجسام تتفاوت وزنًا، بين أوقيات صغيرة وأطنان كثيرة، ويدخل الغلاف الهوائي كل يوم منها ملايين عدة، وتوجد في الفضاء فرادى أو جماعات، كأسراب الطير، فإذا اقتربت الأرض منها جذبتها نحوها، فتدخل الغلاف الهوائي بسرعة كبيرة، ويتولد من احتكاكها بالطبقة الهوائية المحيطة بالأرض حرارة شديدة، فتشتعل ويذهب معظمها هباءً في الجو، أما القليل جدًا منها مما لا تكفي الحرارة المتولدة فيه بالاحتكاك مع الهواء لتبخره، فيسقط إلى الأرض، وهو ما يسمى عادة نيازك، وقد أمكن جمع الكثير منها وتُرى في المتاحف العلمية.

ومن الممكن تعيين ارتفاع هذه الشهب فوق سطح الأرض عند اشتعالها، وتعيين سرعتها برصد خطوط سيرها بين النجوم من مكانين مختلفين على الأقل من سطح الأرض، وقد دلت مثل هذه الأرصاد، على أن ارتفاعها عند بدء رؤيتها نحو 80 ميلًا، وعند اختفائها نحو 50 ميلًا، وقد يبلغ طول المسار المضئ الذي يرسمه بعضها مئات عديدة من الأميال، ومتوسط سرعتها داخل الطبقة الهوائية 26 ميلًا في الثانية.

وهناك نوع آخر يسمى "الكرات النارية"، وتكون عادة على ارتفاع 100 ميل، وتتولد أكثر من غيرها في الطبقة الهوائية، وعند اختفائها تكون على ارتفاع يتراوح بين 5 و10 أميال. ويتراوح عدد ما يُرى من الشهب

في الساعة الواحدة ، بين 6 و60، و يقدر عدد ما يدخل منها الطبقة الهوائية يوميًا بملايين عدة.

و بتحليل ما وصل منها إلى الأرض؛ وُجِد أن المواد الرئيسية فيها مكونة من الحجر الجيري والمنجنيز والحجر السليسي، مختلطة بحبيبات الحديد، وقليل منها يحتوي على الحديد النقي متحدًا مع النيكل بنسبة قليلة. وعلى وجه العموم؛ فليس بين العناصر المركبة لها عنصر غير معروف على الأرض.

ويرى كثير من العلماء أن مجموعات الشهب هي حطام مذنبات، فقد شوهد مذنب "بيلا" الكبير لآخر مرة عام 1845، وفي يناير من السنة التالية شوهد هذا المذنب منقسمًا إلى جزئين منفصلين، وعند عودته للظهور عام 1853 وُجِد أن المسافة التي تفصل بين جزئيه كبيرة، و في عام 1858 اختفى هذا المذنب نهائيًا، غير أنه في عام 1872 ـ حيث كان منتظرًا ظهور هذا المذنب ـ تساقط وابل كبير من الشهب من اتجاه كوكبة المرآة المسلسلة، وبحساب مدار نقطة تساقط الشهب وُجِد أنها تنطبق على مدار المذنب المفقود، وتدل هذه الظاهرة على احتمال تكوين الشهب من المذنبات.

## القمَــــر

**يستهوى القمر الناظرين إليه بضوئه الفضي، وقد كان ولا يزال مصدر الوحي والإلهام للشعراء والأدباء.**

**أما من وجهة النظر الفلكية فهو جرم صغير جدًا، تربطه بالأرض قوة التجاذب بينهما، كما تربطنا بها، وإن اختلفت في مظهرها، وهو أقرب جيراننا في الفضاء السماوي، ويبدو لنا أكبرها بعد الشمس، بسبب قربه منا، فقطره لا يتجاوز 2160 ميلًا، أو ما يعادل ربع قطر الأرض، وهو يرسم مسارًا دائريًا حول الأرض في 3/1 27 يومًا. ونظرًا لصغر كتلته بالقياس إلى كتلة الأرض، فقوة الجاذبية على سطحه تعادل سدس مقدار الجاذبية على سطح الأرض، وهذا يفسر لنا السبب في أن القمر ليس له جو كجو الأرض، وبالتالي فإن الحياة كما نعرفها لا توجد على سطحه، ذلك لأن الهواء الذي يحيط بأرضنا يحتوي على ملايين الملايين من الجزيئات، التي تجول فيه بانطلاقات كبيرة تقدر بمئات الأمتار في الثانية، ولكن قبضة جاذبية الأرض القوية، تحول دائمًا دون أن تفلت هذه الجزيئات وتذهب هباءً في الفضاء، ولما كانت الجاذبية على سطح القمر أقل من أن تجعله يحتفظ بجزيئات جوه، فإنه لابد ان يكون قد افتقد جوه منذ زمن بعيد، بفرض أنه كان يحيط به جو.**

**ويلاحَظ أن القمر يواجه الأرض دائمًا بوجه واحد، ويدور حولها مرة كل شهر، من ذلك استنتجنا أنه يدور حول نفسه مرة كل شهر أيضًا،**

ولذا تظل أي نقطة على سطحه تتلظى بضوء الشمس أسبوعين كاملين، فتسخن إلى درجة كبيرة، وتصل حرارتها إلى ما يقرب من مائة درجة مئوية. أما الأجزاء التي يُحبس عنها عنها ضوء الشمس، فنجد أن البرودة تبلغ فيها نحو مائة درجة تحت الصفر، فإلى جانب أن قبضة جاذبيته ضعيفة، ولا تقوى على الاحتفاظ بجو هوائي، فإن ارتفاع درجة الحرارة أيضًا على سطحه يزيد من سرعة انطلاقات هذه الجزيئات، فتتشتت في الفضاء. من أجل هذا يرى الفلكيون أن القمر عالم ميت لا حياة فيه، وأن على المسافرين إلى القمر أن يأخذوا عدتهم لذلك، وأن يتزودوا بأنابيب الأكسجين لاستنشاقه، إلى جانب الكثير مما يلزمهم.

وقد قورن ضوء القمر، الذي هو انعكاس ضوء الشمس على سطحه، بضوء الشمس منعكسًا على أنواع مختلفة من التربة والطين والطباشير والحجارة، فوجِد أنه يكاد يشبه تمامًا ضوء الشمس المنعكس من الرماد البركاني، مما جعل الكثير من الفلكيين يرجحون أن يكون سطح القمر مكونًا من الرماد البركاني، ويعزز هذا الرأي شكل السطح، الذي يشبه مجموعة كبيرة من البراكين الخامدة، كالتي نراها على سطح الأرض.

## السدائــم

قد يسرت لنا المناظير اكتشاف أجرام أخرى غير النجوم والسيارات، وذلك لقدرتها على سبر أعماق أكبر من الفضاء السماوي.

وتختلف هذه الأجرام عن النجوم في أنها سحابية الشكل، وأنها لا تبدو كنقط ضوئية مثل النجوم، بل تشغل مساحات، وأن النسبة الغالبة فيها ذات أشكال هندسية. هذه الأجرام تسمى السدائم، والحيز من الفضاء الذي يشمل آلاف الملايين من النجوم يسمى النظام النجومي، وقد كان يُظَن أن شمسنا تقع عند مركزها، غير أن الأبحاث دلت على أنها تبعد عن المركز بنحو 33000 سنة ضوئية، فإذا افترضنا أن البعد المتوسط بين النجوم هو البعد بيننا وبين أقرب النجوم (الأقرب من قنطورس)، والذي ذكرنا آنفًا أنه يقدر بـ2/1 4 سنة ضوئية، استطعنا أن نتصور الحيز من الفضاء الذي يشتمل على آلاف الملايين من هذه النجوم.

وقد أثبتت الأبحاث أن هذا النظام النجومي الذي تتبعه شمسنا؛ ليس سوى واحد من هذه الأنظمة التي تعرف بـ"السدائم"، والتي يقدر عددها ببضعة ملايين، كما لوحظ أن النجوم في النظام النجومي أكثر تكثفًا في بعض مناطقه، فحيث ننظر إلى السماء في هذه الاتجاهات نرى بالعين المجردة سحابة ممتدة عبر الفضاء تُسمى "سكة التبانة"، فإذا نظرنا لهذه السحابة من خلال مناظير وجدنا أنها تكتظ بالنجوم.

و يشبه النظام النجومي في شكله عجلة السيارة، وهو كوحدة مستقلة يدور حول محور معين الاتجاه، هذا الدوران هو الذي يجنب النجوم المكونة له السقوط نحو مركزه الأكثر تكثفًا بفعل الجاذبية، فالدوران حول المركز يكسب كل نجم من نجوم المجموعة قوة طاردة تعادل قوة التجاذب بينه وبين المركز، ومن ثم يحدث التوازن، ويكون هذا الدوران الدائب كما هو الحال في القمر.

ويعتبر النظام النجومي نموذجًا للسدائم لأنه يختلف عنها عمومًا؛ في أن المادة المكونة له قد تكثفت إلى نجوم، وأنه أكبرها كتلة.

وتوجد السدائم على أشكال هندسية مختلفة، كالكروي التام، والكروي المنبعج، والعدسي الشكل والحلزوني. والمعتَقد أن هذه الأشكال المختلفة للسدائم تمثل المراحل المختلفة للسديم الواحد في حياته، وهو ينشأ كرويًا ثم ينبعج عند قطبيه، ومع الدوران والانكماش يصبح عدسيًا فحلزوني الشكل، وفي المراحل الأخيرة تتكثف المادة فيه إلى نجوم.

لقد حاولنا أن نعطي القارئ صورة عامة وموجزة عن الأجرام السماوية، ومع أننا سنتكلم في الفصول التالية عن بعضها ببعض التفصيل، إلا أنه يجب أن نحذر القارئ من أن يعتقد أن هذا أو ذاك هو كل ما في الأمر. وقديمًا قال قيس بن ساعدة: "إن في السماء لخبرًا وإن في الأرض لعبرًا".

وما ذكرناه وما سنذكره، وما عرفناه وما سنعرفه، ليس سوى بعض الخبر.

## التقاويم والزمن

عرفنا مما تقدم أن أرضنا تدور حول نفسها مرة في كل يوم، فينشأ من دورانها هذا تعاقب الليل والنهار وشروق النجوم والشمس والقمر والسيارات وارتفاعها بعد الشروق في كبد السماء،

ثم ميلها نحو الغرب إلى أن تغيب تحت الأفق. وعرفنا أيضًا أنها تدور حول الشمس مرة في السنة، فينشأ عن ذلك تحرك الشمس ظاهريًا بين النجوم، واختلاف منظر السماء ليلًا من يوم إلى يوم، ومن شهر إلى شهر. وعرفنا كذلك أن القمر يتحرك حول الأرض، ويقطع مساره في 1/3 27 يومًا.

ولما كان القمر يعكس لنا ضوء الشمس؛ فمساحة الجزء المضيء من سطحه تتوقف على موقعه من مداره حول الأرض فحسب، بل أيضًا على موقعه بالنسبة للخط الواصل بين مركزي الأرض والشمس. ولما كانت الشمس تقطع في خلال هذه الدورة نحو 27 درجة، فإن طول الشهر القمري، وهو الفترة بين ظهوره لنا كبدر أو محاق مرتين متتاليتين، أطول من ذلك بمقدار الزمن الذي يقطع فيه القمر المسافة التي تكون الشمس قد قطعتها خلال إتمامه دورة كاملة من مساره. ويبلغ طول الشهر القمري نحو 1/2 29 يومًا.

وقد اتخذ الإنسان هذه الدورات، أو بمعنى آخر الفترات الزمنية التي تتم فيها دورة الأرض حول نفسها، ودورة الأرض حول الشمس، ودورة القمر بالنسبة إليهما، وحدات أساسية في قياس الزمن، وهي اليوم والشهر والسنة.

والزمن كالكون لاحد لبدايته ولا لنهايته، نقيس منه ولا نقيسه، نقيس منه فترات محدودة، ومع ذلك فإن هذه المقاييس ضرورية جدًا في حياتنا المدنية ولا غنى لنا عنها. وتنسب إلى لحظات معينة فيه أهم الحوادث في تاريخ الجنس البشرى، بمولد المسيح "عليه السلام"، وهجرة محمد "صلي الله عليه وسلم".

وليتصور القارئ كيف نعيش بغير تقويم، فتتعاقب المواسم والحوادث، ولا نستطيع أن ننسبها إلى لحظات معينة في سجل الزمن.

وقد امتن الله علينا بهذا الفضل بقوله: "ولتعلموا عدد السنين والحساب"، وقال أيضًا: "ويسألونك عن الأهلة قل هي مواقيت للناس والحج". هذه الوحدات من مقاييس الزمن وحدات فلكية، تحدها ظواهر فلكية معينة، وحسابها بالدقة ليس من الأمور الهينة كما يتوهم القارئ، فأطوالها تُحدَد بأرصاد فلكية دقيقة، وهي الدعائم الأساسية في التقاويم المختلفة، أما أجزاء اليوم والأسابيع فهي مقاييس اصطلاحية.

ومن الطريف أن أيام الأسبوع مرتبطة بأسماء الشمس والقمر وبعض الكواكب. ويُحكى أن الأقدمين عندما نظروا إلى السماء ليلة بعد ليلة وسنة

بعد أخرى، تبين لهم أن الشمس والقمر وخمسة كواكب أخرى تغير مواقعها بين النجوم الثابتة، ولذا اتخذوا منها آلهة وعبدوها، ولم يكتفوا بذلك، بل خلدوها على مدى الزمان، واتخذوا من عددها وحدة زمنية، هي التي نعرفها الآن بالأسبوع. واشتُقت أيام الأسبوع من أسمائها في بعض اللغات، أما في اللغة العربية فيعرف يوم الشمس بيوم الأحد، ويوم القمر بيوم الاثنين، ويوم المريخ بيوم الثلاثاء، ويوم عطارد بيوم الأربعاء، ويوم المشترى بيوم الخميس، ويوم الزهرة بيوم الجمعة، ويوم زحل بيوم السبت، ولا تزال هذه الأسماء تُستَعمل في اللغتين الإنجليزية والفرنسية.

وشكرًا للخالق عز وجل، فلو قُدر للإنسان الأول أن يرى أورانوس ونبتون وبلوتو لأصبح الأسبوع عشرة أيام بدلًا من سبعة، ولأتى يوم الراحة الذي ينتظره كل فرد منا بعد تسعة أيام من العمل المتواصل.

وبذا نرى أن حياتنا اليومية قد نُظمت تنظيمًا دقيقًا، لأن سبعة أجرام سماوية تدور في السماء.

## قياس الزمن وشئون الحياة

لمس الناس حاجتهم إلى قياس أجزاء اليوم منذ أقدم العصور واستخدموا لهذا الغرض المسلات رأسية أو مائلة، يستنبطون بها الأوقات من اتجاهات ظلالها على سطح الأرض أو الحوائط،

كما استخدموا الساعات المائية والرملية، وينساب الماء أو الرمل من الآنية التي تحتويها، ويُعرف الوقت من ارتفاع سطح الماء أو الرمل الباقي في الإناء عند لحظة ما.

ثم شعر الناس بحاجتهم إلى تعيين الزمن بدرجة أكبر من الدقة مما تحققه هذه الوسائل، وبدأت محاولاتهم الأولى باختراع الساعات الميكانيكية في فجر القرن التاسع بعد الميلاد، واشتُهر في التاريخ أنها من اختراع العرب، وأن الخليفة المأمون أهدى إلى ملك فرنسا 200 هجرية، الموافق لعام 829 ميلادية، ساعة من هذا النوع، وأن هذه الصناعة انتقلت بعد ذلك إلى أوروبا، ولكن الأوروبيين يعزون اختراع الساعات الميكانيكية إلى "كاسينيكوس" المتوفي في "ورنا" عام 846، والبابا "سلفستر" عام 996، و"ولهم فوشير شار" المتوفى عام 1090.

وعلى كل حال؛ فإن الساعات الميكانيكية لم تصل إلى درجة من الدقة يمكن معها الاعتماد عليها في تعيين الأوقات، بدليل أن "تيكوبراهن"

المتوفى عام 1601 والذي اشتهر بدقة أرصاده على السيارات، لم يكن يعتمد عليها في تعيين الأوقات. وأقدم ما وصل إلينا من الساعات التي صُنعت في هذه العصور الساعات الموجودة في "ديجون" و"راوا" و"باريس"، وقد صُنعت حوالي 1379، وأخرى يقال إنها صنعت عام 1348، وكانت في قلعة "دوفر" وهي موجودة الآن بالمتحف العلمي بلندن.

وتطورت منذ ذلك الحين صناعة الساعات بأنواعها المختلفة، وصُنِعت الساعات ذات البندول. ثم اخترع "روبرت هوك" الزمبرك الشعري 1664، والذي له خاصية ثبوت مدة الذبذبة ، والذي أدخِل بعد ذلك في صناعة الساعات، وليس أدل على فرح الأقدمين بهذه الأداة في تعيين وقياس فترات من الزمن، من محاولتهم تخليد هذا الانتصار بتسمية إحدى مجموعات النجوم في السماء باسم الساعة ذات البندول.

وبرغم التقدم الكبير في صناعة الساعات بأنواعها المختلفة، فإنه يمكن القول إنه ليست هناك ساعة واحدة تسير في حركتها سيرًا منتظمًا انتظامًا مطلقًا، ذلك لأن عاملي تغير الضغط والحرارة يؤثران في طول البندول أو الزمبرك، ومن ثَم في مدة ذبذبتها التي يقاس بها الزمن.

ومع أن التقديم أو التأخير الناشئ من تغير هذين العاملين من يوم إلى يوم في الساعات الموجودة بمرصد حلوان، أو في أي مرصد من المراصد العالمية، لا يتجاوز بضعة أعشار من الثانية؛ إلا أن حاجتنا إلى أداة نقيس بها الزمن بك بدقة كانت، ولا تزال، ماسّة، لا لتقدير الزمن في الشئون العادية، بل في بعض الشئون الحيوية كالملاحة بجميع أنواعها، ومساحة

الأرض ورسم الخرائط، إذ يلزم في جميع هذه الشئون تعيين الزمن بأقصى درجة من الدقة.

ولقد وُجِد أن الساعة الوحيدة التي لا يأتيها الباطل من بين يديها ولا من خلفها هي الأرض، فالفترة التي تتم بها دورة كاملة حول نفسها تكاد تكون ثابتة ثبوتًا مطلقًا، وينشأ عن هذا الدوران تحرك النجوم في السماء من الشرق إلى الغرب، وعبورها خط منتصف السماء الواحد تلو الآخر في لحظات معينة ثابتة، ومن ثم يناط بالمراصد الكبرى أمر تعيين الزمن، ولأهميته في شئون الملاحة كما ذكرنا، نجد أن أكبر المراصد في العالم مثل مرصدي "جرينتش" و"واشنطن"، لا يزالان تابعين لوزارة البحرية في كل من البلدين.

ويُحدَد الزمن بأرصاد فلكية على النجوم عند عبورها خط الزوال، وبالرغم من هذا؛ فقد وُجِد أنه بسبب قوى الاحتكاك العظيمة، والتي تنشأ من ظاهرة المد والجزر، وخصوصًا في البحار المقفلة، تقل سرعة الأرض حول محورها، ويزيد اليوم طولًا، وقد قُدِّر أن اليوم يكون أطول مما هو عليه الآن بنحو ثانية واحدة بعد زمن قدره 120000 سنة، ومن الواضح أن هذا الفرق صغير جدًا إلى درجة يمكننا معها اعتبار دوران الأرض حول نفسها أصلح الظواهر الفلكية لقياس الزمن، ومعايرة الأوقات التي تبينها الساعات الميكانيكية أو الكهربائية، ومهما بلغت هذه من دقة الصنع.

عرفنا أيضًا أن مواقع النجوم بالنسبة إلى بعضها البعض في السماء ثابتة على مر الدهور الطويلة، وبالرغم من أن الأرصاد الدقيقة أثبتت أن

النجوم جميعها متحركة وبسرعات كبيرة، إلا أنه نظرًا لبعدها السحيق في أعماق الفضاء تبدو لنا ثابتة، وفي حدود الدقة المطلوبة، يمكن الاعتماد عليها في تعيين مواقعنا من سطح الأرض في شئون الملاحة البحرية أو الجوية.

ويقيس الفلكيون حركة النجوم بالأرصاد الفلكية الدقيقة، ويستنبطون مواقعها المستقبلية، وتُنشَر في تقاويم فلكية خاصة لصالح الملاحة. وتاريخ تقدم فنون الملاحة بأنواعها هو في الواقع تاريخ مدنيتنا، فعليها نعتمد في الانتقال من مكان إلى مكان طلبًا للرزق أو المعرفة، ويتوقف عليها رخاء الشعوب في كل بقاع الأرض، بما تنقله مما يفيض عنها إلى غيرها، أو تجلب إليها ما هي في حاجة إليه.

## الشمس والحياة

عاش ملايين الناس في أجيال متعاقبة، قبل أن يعرفوا أن الشمس هي أحد النجوم، ولكنهم اعتقدوا أنها جرم سماوي هام، يتميز عن باقي الأجرام السماوية، فقد أدرك الصينيون والبابليون والمصريون أهميتها كمنبع للضوء والحرارة،

فاعتبروها إلهًا عظيمًا، وأقاموا لها المعابد، بالرغم من أنها كانت شيئًا غامضًا بالنسبة إليهم. وحتى يومنا هذا، بالرغم من أن الفلكيين قد عرفوا مكان الشمس في سديم المجرة، وتوصلوا إلى تركيبها الكيماوي والطبيعي، وبحثوا في الطرق الذرية التي يمكن أن تولِّد بها الشمس طاقتها، إلا أنه لا تزال هناك أسرار عديدة، تحتاج إلى أرصاد كثيرة متنوعة.

وقد اعتبرها أجدادنا المصريون القدماء رائد الأرض التي تتحكم في جميع الظواهر الطبيعية على سطحها، والتي يرجع إليها الفضل كله في بقاء الجنس بجميع أنواعه، إذ هي منبع الحرارة والضوء اللازم لحياة الحيوان والنبات على السواء.

وتتضاءل أهمية الأجرام الأخرى بالنسبة إلى الأرض؛ إذا ما قورنت بالشمس، فلو تلاشى القمر والكواكب وتوابعها من الوجود، لاستمرت الحياة دون أن يطرأ عليها أدنى تأثير، اللهم إلا تغيير طفيف في حركة

الأرض حول الشمس، إما إذا بعدت الشمس أو قربت و لو بقدر طفيف عن الأرض، لتغيرت كمية الطاقة التي تصلنا منها، ولكانت الطامة الكبرى على جميع الكائنات الحية.

هذا بالنسبة إلى الحياة على سطح الأرض، أما بالنسبة إلى الفلكي، فهو ينظر إلى الشمس على أنها نجم متوسط الحجم، أكبر من بعض النجوم الأقزام، وأصغر بكثير من النجوم العمالقة، ويبلغ قطرها 864 ألف ميل، وهو لا يعتبر كبيرًا إذا ما قيس بقطر "إبط الجوزاء"، ألمع نجمة في مجموعة الجبار، التي تظهر في السماء في ليالي الشتاء، إذ يبلغ قطر تلك النجمة 540 مرة قدر قطر الشمس، كما أن الشمس ليست ألمع النجوم، فإبط الجوزاء ألمع منها بمقدار 2900 مرة.

أما إذا قارنا الشمس بالأرض، فالشمس عملاق كبير، إذ يبلغ قطرها 109 مرات قدر قطر الأرض، وحجمها 1300000 مرة مثل حجم الأرض، أما كتلتها فهي أكبر من كتلة الأرض بنحو 330 ألف مرة، والرجل الذي يزن 71 كيلو جرامًا على سطح الأرض يزن طنين على سطح الشمس.

ولا يميز الشمس عن أخواتها النجوم سوى قربها من الأرض، فقد ساعد هذا القرب على دراسة سطحها وما يجرى عليه من أحداث، بعضها ثابت وبعضها يتغير من يوم إلى يوم، بل من لحظة إلى أخرى في دورات منتظمة أو غير منتظمة. وبذلك نجد أن دراسة سطح النجم تفصيليًا هي إحدى هبات الشمس لنا، التي أتاحها قربنا منها، فوسائل الرصد مهما

كبرت وتنوعت، فلا تزال بعيدة عن أن تظهر أي شيء على سطوح النجوم.

وكما أسلفنا فالشمس هي التي تنظم حركة الأرض وأخواتها الكواكب و أبنائهم التوابع، فهي تجذب كل هذه المجموعة بقوة هائلة، فتحافظ على سير كل منها في مداره. وقد يعجب القارئ، إذا علم أن الشمس تسبح في الفضاء بسرعة فائقة، تبلغ 220 كيلو مترًا في الثانية، ومن حولها بناتها السيارات، وأحفادها الأقمار في اتجاه النجم المعروف برأس الجاثي، وذلك في حركتها الدورانية نحو مركز المجرة، وأصبح لا مفر لنا من الشمس، فهي المهيمنة على حياتنا، والتي ارتبط بها مصيرنا، سواء إلى سعادة أبدية، أو إلى فناء تام.

وجميع أنواع الطاقة التي ولدها و يولدها الإنسان، ترجع صلتها إلى الشمس، فالطاقة المستمدة من احتراق الفحم، أو الخشب، أو البترول بجميع أنواعه، هي طاقة شمسية مختزنة في باطن الأرض منذ ملايين السنين، كما أن الطاقة المائية التي تستخدم في توليد الكهرباء: لإنارة المدن، وإدارة المصانع، وتحريك القطارات، وفي كثير من وسائل مدنيتنا الحديثة، يعود أصلها إلى الشمس، فأشعتها الدافئة تبخر مياه البحار والمحيطات، فيرتفع البخار، ويتحرك فوق اليابسة بفعل الرياح المتولدة أيضًا من حرارة الشمس، ثم يتكثف ويسقط مطرًا غزيرًا، فتمتلئ الأنهار، وتجري فيها المياه، وتنمو الحياة على جوانبها، قال تعالى: "وجعلنا من الماء كل شيء حي".

ولا يفوتنا أن نبين أن الطاقة الهوائية، التي تستخدم في كثير من الأغراض في البيئات الصحراوية، تنشأ أيضًا بفعل أشعة الشمس التي تسخن سطح الأرض بدرجات متفاوتة فتسبب هبوب الرياح.

وبذا نجد أن الشمس هي مصدر جميع الطاقات التي عرفها الإنسان، وبدون إشعاعها تستحيل الحياة على الأرض، ومن ثَم أصبح من الضروري دراسة الشمس دراسة فلكية منتظمة لمعرفة ما يدور فيها، ومدى تأثيره على الأرض، والاستفادة من منابع طاقتها الإشعاعية الجبارة بشتى الوسائل.

و القدْر الذي يصلنا من إشعاعها هذا محدود، بل هو ضئيل إذا قورن بما يشع من سطحها الكبير، إذ أن هناك مقدارًا كبيرًا جدًا يُفقد عبر الفضاء في جميع الاتجاهات. وقد حاول "هرشل" و"بوليه" قياس الإشعاع الشمسي في القرن الماضي، كما قام "لانجلي" بعمل تجارب مفيدة في هذا الصدد، ولكن القياسات المضبوطة عُرِفت في أوائل القرن الحالي، وأغلبها أجريت في معهد "سمسونين" للطبيعة الفلكية.

وفي مقدمة من ساهموا في هذه الأرصاد، هو العالم "أبوت" الذي اخترع جهازًا لهذا الغرض، يُعرَف باسمه، ويُستخدَم في كثير من مراصد العالم، وقد دلت القياسات العديدة التي أخذِت على أن السنتيمتر المربع خارج الغلاف الهوائي، يستقبل في الدقيقة من أشعة الشمس العمودية ما يقرب من سُعرين، والسُعر هو: كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء درجة مئوية.

ومن المعلوم أن الأرض تعرض نصف سطحها للشمس في أي وقت، ومساحة هذا الجزء تبلغ 135 مليون كيلو متر مربع، يستقبل من أشعة الشمس قدرًا يكفي لرفع درجة حرارة 37 ألف مليون طن من الماء، من درجة التجمد إلى درجة الغليان في دقيقة واحدة، والأرض لا تحتفظ بالحرارة التي تصلها من الشمس، بل يتشتت جزء منها في غلافنا الجوي، ويستخدم الإنسان والنبات جزءًا آخر، وينعكس جزء كبير جدًا من سطح الأرض إلى الفضاء الخارجي، فيحدث التوازن بين ما تأخذه الأرض وما تفقده، وتظل حرارة كوكبنا ثابتة ومعقولة تكفل الحياة على سطحه، أما إذا اختل هذا التوازن لسبب من الأسباب، فقد يصبح سطح الأرض جحيمًا لا يطاق، وتتبخر البحار والمحيطات، ويفنى كل كائن حي، أو قد تصل درجة البرودة حدًا كبيرًا، فتضمر الحياة على سطح الأرض، وتذبل بشتى أنواعها.

و لأهمية الشمس، وارتباط مصيرنا بمصيرها، بدأ التفكير في منبع طاقتها، وفي العوامل التي تحفظ عليها حرارتها وضياءها وفي الطريق الذي تسلكه من بدايتها إلى نهايتها. وقد كان انشغال العلماء بها عظيمًا، فقد بدأ تفكيرهم منذ القدم، وقادهم خيالهم إلى عدة فروض نذكرها لطرافتها.

ظن بعض الأقدمين أن الشمس تعطي طاقتها من احتراق مادتها، تمامًا كما يحدث من احتراق الفحم على سطح الأرض، فقد عرفنا كيف أمكن تقدير كتلة الشمس، وكذلك قسنا كمية الحرارة التي تشع منها، فإذا قارنا هذه الكمية من الحرارة، بما يمكن أن تنتجه كتلة مماثلة من أجود أنواع

الفحم، لوجدنا أن الشمس يجب أن تُفنى مادتها في مدى 1000 أو 2000 سنة، وبما أن عمر الشمس أطول من هذا بكثير، وأنها لا تزال على حالها من النشاط، فنجد أن هذا الفرض خاطئ لا يقوى على النقد.

ثم جاء الفرض الثاني، الذي يدل على أن الشمس بدأت حياتها مختزِنة كمية عظيمة من الحرارة، وكانت درجة حرارتها عالية جدًا منذ البداية، ثم بردت تدريجيًا حسب المعدل الحالي. وهذا الفرض كسابقه، لم يعمر، إذ لو صح لتبين أن الشمس لا تستطيع أن تستمر في إرسال حرارتها أكثر من بضعة آلاف من السنين، تنخفض بعدها إلى ما يقرب من الصفر المئوي، وهو زمن وجيز جدًا، فضلًا عن أن الحرارة، التي كانت تستمدها الأرض منذ بضعة آلاف من السنين، يجب أن تكون أضعاف ما هي عليه الآن، وهذا لا يتفق مع القرائن المختلفة، التي تدل على أن الشمس اليوم هي بعينها منذ ملايين السنين، إذ أن أي تغير في ضيائها يؤدي إلى انعدام الحياة على الأرض.

وبعد ذلك بدأت النظريات الحديثة تتوالى وتتقدم، وأولها كانت نظرية "ماير" الذي أوضح فيها أن حرارة الشمس تتولد من سقوط الشهب على سطحها، فالشهب كما نعرفها، تسقط من أبعاد سحيقة في الفضاء، وتبلغ سرعة الواحد منها عند اصطدامه بسطح الشمس ما يقرب من 600 كيلو متر في الثانية، وتتحول طاقة حركته عند الاصطدام إلى حرارة، ولكن الأرصاد و الحسابات الدقيقة التي عملت تبين أن الحرارة

المتولدة من سقوط الشهب لا تتعدى جزءًا صغيرًا من طاقة الشمس، وبذا سقطت هذه النظرية.

وفي أوائل القرن الماضي، ظن "هلمهولتز" أن الطاقة الشمسية تتكون من انكماش جسمها نتيجة لجذب أجزائها الداخلية لأجزائها الخارجية. وقد قام "هلمهولتز " بحساب مقدار ما يجب أن يتناقصه قطر الشمس حتى تحتفظ بمعدل إشعاعها المُشاهَد، فوجد أنه يبلغ **90** مترًا في الثانية، فإذا علمنا أن قطر الشمس يبلغ **1390900** كيلو متر، وأنها تبعد عن الأرض بمقدار **149.5** مليون كيلو متر، لتبين لنا أن **90** مترًا مقدار ضئيل جدًا لا يمكن رصده بأي جهاز معروف لنا، إلا بعد عدة قرون من الزمن، بعد أن يتراكم النقص في قطر الشمس، ويصبح قدرًا ملحوظًا.

وقد بُنيت هذه النظرية على فرض أن الشمس تكونت من سحابة كبيرة، وأخذت شكلها الكروي الذي نراه الآن بتأثير الجذب والانكماش، ودلت الحسابات على أن الزمن اللازم لتأخذ الشمس شكلها الحالي يبلغ **20** مليون سنة، وهذه فترة صغيرة جدًا إذا ما قورنت بعمر الأرض المستنتج من الدراسات الجيولوجية والمصادر الأخرى، فعمر الأرض لا يقل عن ثلاثة آلاف مليون سنة، ومن ثم نرى أن نظرية الانكماش بالرغم مما يبدو من صلاحيتها لتفسير الطاقة الشمسية، إلا أنها تدل على أن عمر الشمس قصير، وأنها سوف تفنى بعد بضعة ملايين من السنين.

## الذرَّة والطاقة الشمسية

**بعد أن استعرضنا النظريات الأولى عن الطاقة الشمسية، وكيف فشلت جميعًا في تفسيرها، وُجِد من الضروري البحث عن حل يفسر كيف احتفظت الشمس بحرارتها منذ ملايين السنين، وكيف تتولد هذه الطاقة العظيمة فيها.**

**وفي محاولتنا إيجاد هذا التفسير خلال نصف القرن الأخير، تفتحت أمامنا آفاق واسعة في العلوم الطبيعية وتطورت آراؤنا تطورًا بعيد المدى عن خصائص المادة.**

**ففي أواخر القرن الماضي وأوائل القرن الحالي، حدث تقدم كبير في العلوم الرياضية والطبيعية، وانقلاب في نظرتنا إلى أصل المادة، ويرجع الفضل في هذا التقدم إلى "رذر فورد" و"بيكريل" و"مدام كوري" و "بوهر" و"آينشتين" وكثيرين غيرهم، وقد تمخضت دراساتهم عن صورة ما للذرة، وعن كيفية تركيبها، واستباط الطاقة منها. ولتفهم ما يحدث داخل الشمس، سنعطي صورة مبسطة جدًا عن الذرة، إذ أن موضوع هذا الكتاب لا يتسع للحديث عنها.**

**دلت الدراسات على أن الذرة في أبسط صورها تتكون من نواة موجبة التكهرب، يدور حولها كهرب سالب يسمى الإلكترون، هذا في ذرة**

"الهيدروجين"، أما ذرة "الهيليوم"، التي تلي "الهيدروجين" في ترتيب العناصر، فهي تتكون من نواة ومن كهربين، يدوران حولها في مدار، والعنصر الثالث "الليثيوم" يتكون من نواة وثلاث كهارب، اثنان منها يتحركان في المدار الأول، بينما الكهرب الثالث يلف حول النواة في المدار الثاني، وهكذا تتتابع العناصر بإضافة كهرب إلى الذرة في كل مرة، وتحاط النواة بمدارات محدودة، تتحرك فيها الكهارب حول النواة، وكل مدار يمكنه أن يستوعب عددًا محددًا من الكهارب، لا يمكن أن يتعداه.

هذه هي النظرية التي أمكن على ضوئها تفسير كثير من الظواهر الطبيعية والكيماوية للعناصر، ومن الطريف أن هذه الصورة للذرة تشبه حركة الكواكب حول الشمس، فالنواة تمثل الشمس والكهارب تمثل الكواكب.

وقد افترض "بوهر" في نظريته عن الذرة، أن الكهارب تتحرك في مدارات دائرية حول النواة بسرعة كافية لأن تتعادل قوة التجاذب بين الكهرب والنواة مع القوة الطاردة المركزية الناتجة عن حركة الكهرب. وقد عدَّل "سمرفيلد" هذه النظرية فيما بعد، مفترضًا أشكالًا بيضاوية لمدارات الكهارب، وقد فرض "بوهر" أيضًا أن الكهرب إذا قفز من مدار إلى مدار آخر، انبعثت من الذرة طاقة تعادل الفرق بين طاقتي الكهرب في المدارين، وتظهر تلك الطاقة على هيئة أشعة ضوئية ذات طول موجي محدد، يسمى "الخط الطيفي"، ولكل ذرة مجموعة من الخطوط الطيفية تميزها عن غيرها من الذرات، وتنتج من تنقلات كهاربها بين مداراتها المختلفة، وتُستخدم

هذه الخاصية في الكشف عن العناصر، سواء في معاملتنا الأرضية، أو معاملتنا الكونية.

ولكل خط طيفي شدة، تتوقف على عدد الذرات التي تنتج هذا الخط، وعلى الظروف الطبيعية التي تتواجد فيها الذرات، كما تتوقف أيضًا على بعض الثوابت الذرية. وبقياس شدة الخطوط الطيفية للذرات المختلفة في معاملنا، وهي تحت ظروف معلومة، يمكننا دراسة جو الشمس والنجوم والسدم، و استنتاج درجة حرارتها، وضغط الغازات فيها، وظروفها الطبيعية المختلفة.

وهناك عدد كبير من الخطوط الطيفية لا يمكننا قياس شدتها في معاملنا الأرضية، ولذا نلجأ إلى دراسة النجوم لتمدنا بقيمتها، إذ أن معرفة شدة الخطوط الطيفية تساعدنا على تعيين نسبة العناصر المختلفة في الخامات التي نكشفها في مناجمنا.

وقد ينفصل الكهرب من الذرة، فتنقسم إلى جزءين: أحدهما موجب التكهرب، و يسمى "أيون"، والآخر سالب التكهرب وهو الإلكترون، والحرارة الشديدة من ضمن العوامل التي تساعد على هذا الانقسام، ففي باطن الشمس حيث الحرارة عالية جدًا، نجد أن ذرة مثل الحديد قد انفصلت منها كهاربها الستة والعشرون بتأثير الحرارة.

وتعمل في داخل الذرة قوى مجمعة، تجمع عددًا من الجسيمات "البروتون"، وهو أثقل من الكهرب بمقدار **1839** مرة، ويحمل شحنة

موجبة تساوي في مقدارها شحنة الكهرب السالب، ويوجد بالنواة أيضا جسيم آخر يسمى "النيترون" وهو مساوٍ تمامًا لـ"البروتون" إلا أنه لا يحمل شحنة على الإطلاق. وتدل التجارب على أن النواة بجانب هذين الجسمين تحوي جسيمات أخرى، مثل "النيوترينو" و"البوزترينو" وغيرهما.

ويتعين وزن الذرة من وزن "النيوترونات" و"البروتونات" التي تحويها، أما العدد الذري فهو عدد الكهارب التي تدور في أفلاكها حول النواة، وقد بينت التجارب أن لكل عنصر عددًا من الذرات تحوي نفس العدد من الكهارب، ولكنها تختلف في أوزانها الذرية، فعنصر مثل الكربون له ذرة، وزنها الذري 12، وأخرى وزنها 13، وثالثة وزنها 14، ورابعة وزنها 15، والرقم الذري لكل منها 6 و تسمى ذرات العنصر التي تختلف في الوزن، وتتحد في العدد الذري بالنظائر أو المماكنات، فعنصر الكربون له أربعة نظائر، ويختلف عدد النظائر من عنصر إلى آخر.

وذرات بعض العناصر لا تعرف الاستقرار، إذ تتهشم ويتناثر بعض أجزائها، وتسمى هذه الظاهرة "النشاط الإشعاعي، وينبعث من ذرات هذه العناصر إشعاعات "ألفا" و"بيتا" و"جاما". وأشعة "ألفا" تتكون من جسيمات، يبلغ وزن الواحدة منها أربع مرات قدر وزن ذرة "الهيدروجين" وتحمل كهرباء موجبة. أما جسيمات "بيتا" فهي أخف من جسيمات أشعة "ألفا" وتشبه الكهارب في وزنها وكهربتها وتختلف عنها في سرعتها. أما أشعة "جاما" فهي تختلف عن شقيقتها، إذ تشبه الضوء في خواصه، إلا أن موجاتها قصيرة جدًا، ولها قدرة على اختراق المعادن بنسب مختلفة.

وقد أصبح واضحًا أن ذرات العناصر المستقرة التي ليس لها نشاط إشعاعي، تكتسب خاصية الإشعاع إذا ما تعرضت لنشاط خاص، فذرة مثل "الألومنيوم" إذا تعرضت لأشعة "ألفا" فإنها تتحول إلى ذرة مشعة، ويتناقص الإشعاع الصادر منها تدريجيًا، إلى أن تتحول إلى ذرة فوسفور.

والذرات غير المستقرة، والذرات المشعة اصطناعيًا، بقذفها بجسيمات "ألفا"، ينبعث من داخلها جسيمات مختلفة، ينتج عنها طاقة هائلة، لأن جزءًا من مادة الذرة، غير المستقرة، يتحول إلى طاقة.

وأول من قدم للعالم جوابًا صحيحًا عن مقدار الطاقة الناتجة من تحول المادة هو "آينشتين"، صاحب نظرية النسبية، وقد بيَّن أن الطاقة المنبعثة من جرام من المادة، تعادل كمية الحرارة المستمدة من 2700 طن من الكربون.

وقد أمكن بفضل هذه النظريات، حل اللغز الذي ظل حبيسًا أجيالًا عديدة عن أصل طاقة الشمس، فقد أصبح واضحًا أن الطاقة الشمسية تنتج من التفاعلات النووية التي تحدث في أعماق الشمس، والرأي المرجح أن الطاقة تتولد في الشمس، من تكوين ذرات أثقل من ذرات أخف.

وهناك افتراضان رئيسيان هنا؛ أحدهما أن الطاقة تتولد خلال عملية تكوين ذرة واحدة من الهيليوم، من أربع ذرات من "الهيدروجين" بطريقة مباشرة، فمن المعروف أن الوزن الذري لـ"الهيدروجين" هو 1.0076،

ولـ"الهيليوم" 4، فالفرق بين وزني أربع ذرات "هيدروجين" وذرة "هيليوم" ومقداره 0.0304 يتحول إلى طاقة إشعاعية حسب قانون "آينشتين".

وقد بحث "بيث" الاحتمالات المختلفة لتكوين هذه الطاقة، ووجد أنها تتكون بأحد التفاعلين النوويين الآتيين:

**الأول**: تكوين "الهيليوم" من "الهيدروجين" مباشرة.

**والثاني**: تكوين "الهيليوم" من "الهيدروجين" أثناء دورة كربونية.

ففي الحالة الأولى لتكوين "ديترون" واحد (هيدروجين ثقيل)، وقد وجِد أن احتمال حدوث هذا التفاعل عند مركز الشمس، وتكوين الطاقة بهذه الوساطة قليل؛ لأنه يحتاج إلى درجة حرارة أعلى مما هو مقدر لحرارة مركز الشمس التي تبلغ 20 مليون درجة. ولكن بفرض تكوين "الديترون" بهذه الكيفية، فإنه سرعان ما يأسر "بروتون" و يكون "هيليوم" ما يكون وزنه الذري 3، والذي لا يلبث أن يكون "الهيليوم" العادي بوسائل مختلفة، مع وجود عناصر خفيفة كـ"الليثوم" و"البريوم".

أما تكوين "الهيليوم" من "الهيدروجين" وبالتبعية الطاقة الشمسية من الدورة الكربونية، فأكثر احتمالًا، حيث إن درجة الحرارة عند مركز الشمس المقدرة تكفي لذلك، فالكربون الذي يبلغ وزنه الذري 12 عند قذفه بـ"بروتون" واحد يصبح "نيتروجين" 13 مشعًا لأشعة جاما، وهذا بدوره يتحول إلى كربون 13، ويخرج "إلكترون" موجبًا، وباتحاد هذا مع "الهيدروجين" مرة أخرى يتكون "نيتروجين" عادي، وزنه الذري 14

وإشعاع، ويقذف هذا "النيتروجين" بـ"بروتون" آخر فيشع الطاقة، ويصبح أكسجينًا مشعًا، وزنه الذري 15، ومن المعروف أن الأخير لا يكون في حالة من الاتزان، فيتحول إلى "نيتروجين" وزنه الذري 15، ويصدر "كهرب" موجبًا، وعند قذف هذا " النيتروجين" الثقيل بـ"بروتون"، ينقسم إلى جسيم "ألفا" والكربون الأصلي ذي الوزن الذري 12 وتتم الدورة، ونجد أنه قد تحولت أربع نواة من "الهيدروجين" إلى نواة واحدة من "الهيليوم" ويظهر ثانية "الكربون " الأصلي، فالكربون في هذه العملية يعتبر عاملًا مساعدًا وتكرر استغلاله مرارًا في تحويل "الهيدروجين" إلى "هيليوم".

وعلى أساس هذه الفروض نجد أن ما يتحول من مادة الشمس إلى طاقة يقدر بحوالى 4 ملايين طن في الثانية، وأن مقدار "الهيدروجين" الذي تحول إلى طاقة إشعاعية هو جزء يسير يقدر بـ 8%.

وبفرض أن كمية "الهيليوم" التي كانت موجودة أصلًا طفيفة، فإن ما يوجد منها الآن و يقدر بنحو 2% من كتلة الشمس، يعادل ما يكون بمثل هذه العمليات منذ الأزل، وما بها من "الهيدروجين" يكفي لتكوين الطاقة الإشعاعية ردحًا طويلًا من الزمن.

## الانفجارات الشمسية وأثرها على الحياة

**كثيرا ما تطالعنا الصحف عن تعطيل الاتصالات اللاسلكية على الموجة القصيرة، نتيجة لحدوث انفجارات في الشمس، فالذي ينظر إلى قرص الشمس المكبر بوساطة "التلسكوب" يرى بين آن وآخر بقعًا سوداء، محاطة بحلقة من الظل، تعرف بالكلف الشمسي.**

ومن الأرصاد العديدة التي أخِذت خلال الثلاثة القرون الماضية، تبين أن الكلفة تتحرك على سطح الشمس من حافتها الشرقية إلى حافتها الغربية نتيجة لدوران الشمس ذاتها حول محورها مرة كل 26 يومًا، كما تحتفظ كل كلفة بحركة ذاتية على سطح الشمس، مقتربة نحو الخط الاستوائي الشمسي، وهو خط يعبر سطح الشمس من حافتها الشرقية إلى حافتها الغربية عموديًا على محور دورانها.

وتبدأ الكلفة صغيرة في مستهل حياتها ثم تزداد مساحتها حتى تبلغ أوج عظمتها في فترة تصل إلى عشرة أيام في كثير من الأحيان. وغالبًا ما يوجد الكلف في مجموعات، تتكون من كلفتين كبيرتين، تسمى الكلفة الأمامية، التي تتقدم المجموعة في سيرها من الحافة الشرقية إلى الحافة الغربية للشمس "الكلفة المتقدمة"، بينما تسمى الأخرى "الكلفة التابعة"، ويصحب كل مجموعة عدد كبير من البقع الصغيرة، و عندماتضمحل

المجموعة تبدأ البقع الصغيرة في الاختفاء أولًا، ثم تليها الكلفة التابعة، بينما تظل الكلفة المتقدمة إلى فترة أطول تبلغ أربعة أضعاف عمر الكلفة التابعة.

ويتراوح عمر الكلف بين بضع ساعات وعدة شهور. ومنذ عام 1874 ظهر على سطح الشمس ست بقع شمسية كبيرة، تتراوح مساحتها بين 10000 مليون و20000 مليون كيلو متر مربع، فإذا أدركنا أن مساحة نصف سطح الكرة الأرضية يبلغ 135 مليون كيلو متر مربع، تبين لنا أن الكلفة الكبيرة يمكنها أن تبتلع عشرة أمثال الأرض وما عليها.

ومن دراسة الأرصاد العديدة التي تراكمت على مر السنين، تبين أن مساحة الكلف وعددها يزداد وينقص، في دورة زمنية تبلغ حوالى إحدى عشرة سنة، إذ يندر وجود الكلف في بعض الأحيان، ثم يبدأ ظهوره ويزداد عدده تدريجيًا، حتى يبلغ أقصاه بعد خمس سنوات ونصف سنة، ثم يتناقص بعد ذلك حتى يندر أو ينعدم بعد خمس سنوات ونصف سنة أخرى. وتبلغ درجة حرارة الكلف 4200 درجة مئوية، وهي أقل من درجة حرارة سطح الشمس، التي تبلغ 5700 درجة مئوية، وبذا تعتبر الكلف أداة لتبريد المنطقة التي تقع فيها، إذ تنخفض درجة حرارتها ما يزيد على 1000 درجة مئوية.

وفي عام 1859 م؛ شاهد "كرنجتون" على سطح الشمس بجوار مجموعة كبيرة من الكلف رقعتين صغيرتين جدًا لامعتين، زاد لمعانهما بسرعة، ثم تضاءل بالسرعة نفسها إلى أن اختفى، وقد سميت هذه المناطق اللامعة التي تظهر على الشمس بين الحين والآخر "الزغب" أو "البريق

الشمسي. وقد توالت الأرصاد وتعددت منذ ذلك التاريخ، وتبين أن الزغب الشمسي يحدث دائمًا بجوار البقع الشمسية الكبيرة عند بدء تكوينها، ويستمر فترة تتراوح بين دقائق قليلة وثلاث ساعات، وتبلغ مساحته في المتوسط 300 مليون كيلو متر مربع، وتصل في بعض الأحيان إلى 3600 مليون كيلو متر مربع.

وينبعث من الزغب الشمسي إشعاعات مختلفة، بعضها على هيئة أمواج، والبعض الآخر على شكل جسيمات مشحونة بالكهرباء، وتنطلق الأشعة الموجية من سطح الشمس بسرعة الضوء فتصل إلى الأرض في زمن قدره 2/1 8 دقيقة، بينما تأخذ الجسيمات سرعةً أقل، فتصل بعد فترة تتراوح بين 30 و40 ساعة.

ويمكن تقسيم الأشعة الموجية إلى: أشعة فوق البنفسجية، ذات طول موجي قصير، وأشعة مرئية، ثم أشعة لاسلكية، يتراوح طول أمواجها من بضعة ملليمترات إلى عدة أمتار. ولكي تتفهم الآثار التي تحدثها تلك الأشعة على الأرض، يجدر بنا أن نعطي فكرة مبسطة عن الغلاف الجوي، وانتقال الأمواج اللاسلكية فيه.

ففي أواخر عام 1901؛ نجح "ملركوني" في إرسال واستقبال إشارات لاسلكية عبر الأطلنطي، وقد دل هذا النجاح على أن الأمواج اللاسلكية يمكنها أن تنثنى حول الأرض، وقد كان الرأي السائد أن الأمواج اللاسلكية من نفس طبيعة الضوء، ولكن بعد ستة أشهر أدلى "أوليفر هقر صايد" باقتراحه المشهور أن جو الأرض العلوي يحوي طبقة

موصلة للكهرباء، تمنع الأمواج اللاسلكية من السير عبر الفضاء الخارجي، وأن تلك الطبقة هي التي تعكس الأمواج اللاسلكية، وتجعلها تسير في مسار منحنٍ من مكان إلى مكان.

ويمكن تقسيم الأمواج اللاسلكية التي نستخدمها في إذاعاتنا طبقًا لأطوالها الموجية إلى ثلاثة أقسام: أمواج قصيرة، يتراوح طول موجتها من 10 إلى 200 متر، وأمواج متوسطة، تتراوح من 200 إلى 600 متر، أما النوع الثالث فهو الأمواج الطويلة، و تتغير أمواجها من 600 إلى 30000 متر.

ومن المُعتَقد الآن أن الغلاف الجوي يشتمل على ثلاث طبقات، أقربها إلى الأرض طبقة "د"، وتبعد عنها حوالي 60 كيلو مترًا، ويبلغ سمكها 30 كيلو مترًا، وكثافة الكهارب فيها تتراوح بين 100 و10000 كهرب لكل سنتيمتر مكعب، ويمكن للأمواج القصيرة والمتوسطة أن تخترق تلك الطبقة، أما الأمواج الطويلة فهي تنعكس من سطح تلك الطبقة، تمامًا كما ينعكس الضوء العادي من الأسطح اللامعة، و الطبقة التي تلي طبقة "د" هي طبقة "ي" ، وتقع على ارتفاع 120 كيلو مترًا وتزيد فيها كثافة الكهارب بما يقرب من خمس عشرة مرة قدر الكثافة في طبقة "د"، ولا يمكن للأمواج اللاسلكية المتوسطة أن تخترق تلك الطبقة، بل تنعكس على سطحها، أما الطبقة الثالثة طبقة "ف"، فتنقسم إلى طبقتين، تقع الأولى "ف 1" على ارتفاع 220 كيلو مترًا من سطح الأرض، و يحتوي السنتيمتر المكعب منها على كهارب تبلغ 25 مرة قدر ما يحويه السنتيمتر

المكعب من طبقة "د" والطبقة الثانية "ف 2" تقع على بعد 350 كيلو مترًا من سطح الأرض، ويحتوي السنتيمتر المكعب منها على مليون كهرب.

ومن المعروف أن تلك الطبقات لا توجد بينها حدود فاصلة، بل تتداخل في بعضها، وقد حظيت تلك الطبقات بدراسات كثيرة، إذ هي المسئولة عن الاتصال اللاسلكى بين مختلف بقاع الأرض.

والآن نعود لتأثير الزغب الشمسي على الغلاف الجوي للأرض، فنجد أن الأشعة فوق البنفسجية تزيد من تأين طبقات الجو، فتولد فيها تيارات كهربائية، يصحبها مجالات مغناطيسية متغيرة، تحدث بدورها عواصف في مجال الأرض المغناطيسي، وكثيرًا ما تسبب تلك العواصف اضطرابًا في الدوائر الكهربائية التليفونية والتلغرافية، وينشأ عنها ما يعرف بالشفق القطبي الذي يُرى في المناطق القطبية.

وعندما تكثر "الأيونات" في طبقة "د"، تزداد قدرتها على امتصاص الأمواج اللاسلكية القصيرة، التي كانت تخترق تلك الطبقة في الظروف العادية، وتنعكس من طبقة "ف"، ومن ثم يتعذر الاستماع لإذاعة المحطات البعيدة التي تذيع على أمواج لاسلكية قصيرة. وتستمر صعوبة الاستقبال إلى فترات تصل في بعض الأحيان إلى 25 دقيقة، وتختلف تلك الفترة تبعًا لاختلاف موقع الشمس في السماء، والبلاد التي تواجهها عند ظهور الزغب على سطحها.

كما أن زيادة تأين الطبقة "د" من شأنه انخفاض تلك الطبقة بما يُقدر بـ15 كيلو مترًا، فتزداد قدرتها على عكس الأمواج الطويلة، التي يبلغ طولها الموجي 10000 متر، ويلاحَظ أن المحطات التي تذيع على هذه الأمواج الطويلة تزداد إذاعتها وضوحًا وقوة.

ومن المعروف أن الأرض تصلها أمواج لاسلكية قصيرة الطول من الفضاء الخارجي، يرجع مصدرها إلى أغلفة النجوم النشيطة وإلى الوسط النجومي، ويمكن استقبال هذه الأمواج وتسجيلها بوساطة "التلسكوبات" اللاسلكية، التي تستخدم هوائيًا كبيرًا، وقد شوهد أن هذه الأمواج يتعذر استقبالها عند حدوث زوابع شمسية، وقد استُخدمت هذه الظاهرة في الكشف عن الزغب الشمسي.

هذا عن تأثير الأشعة فوق البنفسيجية على الأمواج اللاسلكية التي يرسلها الإنسان من مكان إلى مكان على سطح الأرض، و قد أوردنا أن الزغب الشمسي يصدر بجانب الأشعة فوق البنفسيجية أمواجًا لاسلكية، ويمكن اعتبار الزغب في هذا الصدد محطة إرسال تبعث في الفضاء أمواجًا لاسلكية تنتقل بسرعة الضوء، ويصل إلى أرضنا جزء منها، فتحدث شوشرة عامة في أجهزة الراديو فيتعذر سماع المحطات التي تذيع على أمواج مماثلة للتي يصدرها الزغب.

ونعود الآن إلى الجسيمات المشحونة التي تنطلق وتصلنا بعد حوالي 30 ساعة من رؤية الزغب على سطح الشمس. وتتكون الجسيمات من ذرات "الهيدروجين" و"الهيليوم" و "المغنسيوم" التي فقدت كهاربها، والتي

توجد بوفرة في جو الشمس، وعند وصول هذه الجسيمات إلى جو الأرض تحدث تيارات كهربائية في طبقات الجو العليا، تنتج عنها مجالات مغناطيسية قوية تؤثر مباشرةً على المغناطيسية الأرضية وتحدث عاصفة مغناطيسية تستمر فترة طويلة، ومن المُشاهَد أن تلك العاصفة أقوى كثيرًا من العاصفة التي تحدث من تأين الأشعة فوق البنفسيجية لطبقات الجو العليا.

ومن الملاحَظ أن الأشعة فوق البنفسجية والأمواج اللاسلكية تصل دائمًا إلى الأرض عند حدوث الزغب، ولكن في بعض الحالات لا تحدث العواصف المغناطيسية القوية نتيجة لعدم دخول الجسيمات المشحونة جو الأرض، ومن الدراسات الإحصائية تبين أن العواصف المغناطيسية تحدث غالبًا إذا ظهر الزغب الشمسي الكبير قرب مركز الشمس، مما يدل على أن انبعاث الجسيمات يجب أن يكون في اتجاه عمودي على سطح الشمس، أما إذا ظهر الزغب قرب الحافة الشمسية، فينذُر أن تصل إلينا الدقائق المشحونة. ومن المشاهَد أن نصف الكرة الأرضية المواجه للشمس هو الذي يتأثر بالزغب الشمسي وقت حدوثه.

ويجب التنويه هنا بأن كل عاصفة مغناطيسية ليس من الضروري أن يعود أصلها إلى ظهور الزغب على سطح الشمس، فكثيرٌ من العواصف المغناطيسية الضعيفة تميل دائمًا للحدوث كل 27 يومًا، وهي دورة الشمس حول محورها، وهذا يدل على أن هناك مناطق تشبه النافورة في

الشمس تبعث بجسيمات مشحونة باستمرار، ولكن بدرجة أقل كثيرًا مما ينبعث من الزغب.

والآن؛ هل يظهر الزغب في النجوم كما يظهر على الشمس؟ من المنطقي أن تكون الإجابة عن هذا السؤال بالإيجاب فورًا وبلا تردد إذا اعتبرنا أن النجوم شموس، وأن الشمس نجم، ولو أننا قد لا نستطيع أن نرى هذا الزغب على سطوح النجوم كما نراه على سطح الشمس، ذلك لأن النجوم كما تبدو لنا حتى بأكبر المناظير، ليست لها سطوح لبعدها السحيق في أعماق الفضاء، ومع ذلك فيمكننا أن نستنبط أيضًا الجواب بطرق أخرى، فمن المعروف منذ مدة طويلة أن هناك نجومًا عديدة متغيرة من حيث الضوء الذي تبعثه إلينا، فبعضها يتغير دوريًا في فترات قصيرة، تستغرق عدة دقائق، بينما البعض الآخر يتغير في فترات طويلة، وهذا يدل على أن هذه النجوم ذات دورة زمنية في نشاطها وفي إشعاعها، نتيجة لظهور زغب مماثل على سطوحها في دورات زمنية مماثلة.

## اكتشاف الهيليوم

يحيط بالشمس غلاف خارجي، يمتد آلاف الأميال من السطح ولا يمكن دراسته دراسة مجدية إلا أثناء الكسوف الكلي للشمس، الذي يستغرق فترة صغيرة جدًا، تبلغ في معظم الحالات ثلاث دقائق،

ويستغل الفلكيون هذه الظاهرة التي تتيح لهم دراسة الشمس، فيستعدون بأجهزتهم المتنوعة لأخذ الأرصاد خلال هذه الفترة القصيرة، ثم ينكبون على دراستها بعد ذلك.

ومن الكسوفات الخالدة في سجل الكشوف العلمية، ذلك الكسوف الذي حدث في الهند في 18 أغسطس عام 1868، وقد استعد له الفلكيون، ونصبوا مناظيرهم، وكانت تحوي لأول مرة أجهزة خاصة لدراسة طيف الشمس، وما إن أقبلت اللحظة الرهيبة، وبلغ الكسوف كليته، ونظر الفلكيون في أجهزتهم، حتى بهرهم طيف الغلاف الشمسي، وميزوا فيه خطًا أصفر، ظنوه لأول وهلة الخط اللامع في طيف الصوديوم، ذلك العنصر الهام الذي يدخل في تركيب ملح الطعام.

وقد عكف الفلكيون بعد ذلك على دراسة الشمس بوساطة المطياف، فأقاموا مرصدًا صغيرًا في مدينة سمالا التي تقع على ارتفاع كبير فوق جبال الهملايا، حيث الجو صافٍ وصالح لمثل هذه الأرصاد، وبعد

دراسة دامت عدة شهور، تأكد "جانين" أن الخط الأصفر الذي شوهد أثناء الكسوف يختلف عن الخط الطيفي للصوديوم، ولم يتمكن أحد من نسبته إلى أي من العناصر المعروفة وقتئذ، ولذا افترض "لوكير" نسبته إلى عنصر جديد أسماه "هيليوم"، وهي كلمة يونانية معناها "عنصر الشمس".

ومنذ ذلك الوقت، بدأ البحث عن هذا العنصر في الأرض، ولكن الدراسات استمرت سبعة وعشرين عامًا، دون أن تصل إلى نتيجة، وكان كشفه بطريق الصدفة البحتة، ففي مارس عام **1895**، عندما كان العالم البريطاني "وليم رمزي" يجري بعض تجاربه على معدن "اليورانيت"، شاهد نفس الخط الأصفر في طيف غاز خامل يتصاعد من ذلك العنصر، وبذا تمكن رمزي من تحضير هذا الغاز في المعمل لأول مرة.

و"الهيليوم" الذي اكتشفه الفلكيون على سطح الشمس قبل أن يُعرف على سطح الأرض، هو غاز خامل له أهمية كبرى، إذ يلي "الهيدروجين" في الترتيب الدوري للعناصر، ويستخدم في ملء البالونات لخفته وعدم قابليته للاشتعال، كما يستخدَم أيضًا في صناعة الثلاجات الكهربائية للحصول على درجات حرارة منخفضة، وتُملأ به المصابيح الكهربائية المتوهجة.

ولم يكن "الهيليوم" هو العنصر الوحيد الذي دُرِس طيفه لأول مرة في الشمس، بل هناك عناصر عديدة في درجات مختلفة من التأين، لا يمكن تحضيرها في معاملنا، ولكن توجد بوفرة في جو الشمس والنجوم والسدم،

**حيث الظروف الطبيعية من حرارة وضغط وكثافة ملائمة لتكوين هذه "الأيونات".**

**وبذا نرى أن النجوم لم تعد لآلئ منتثرة على سطح القبة السماوية فحسب، بل معامل مثالية لدراسة طبيعة عناصر المادة ، والاستفادة منها في حياتنا.**

## المد والجـزر

**لوحظ منذ أقدم العصور أن مياه المحيطات والبحار تطغى على الشواطئ، وتدمر السفن في الموانئ، ثم تنحسر ثانية فيتعذر أو يستحيل دخول السفن إلى الموانئ، هذه الظاهرة هي المعروفة بالمد والجزر،**

**وهي ظاهرة لها أهمية كبرى في الملاحة، فهي التي تتحكم في دخول البواخر وخروجها من الموانئ، وتؤثر بصور مختلفة على حياة الإنسان.**

**وقد أثارت هذه الظاهرة اهتمام الإنسان منذ القدم، فقام بعمل إحصائية للأوقات التي يحدث فيها المد والجزر، وتبين أنه في اليوم الواحد يحدث مدان وجزران في المكان الواحد، وأن الفترة التي تمضي بين مدين متتاليين هي 12 ساعة و15 دقيقة، وهي تعادل نصف الفترة التي يأخذها القمر ليتم دورة كاملة حول الأرض. ومن ثَم تبين أن المد والجزر يرجع أساسه إلى القمر ذاته.**

**وقد أمكن تعليل هذه الظاهرة تعليلًا صحيحًا بعد اكتشاف "نيوتن" لقانون الجذب العام، فقد عزاها العلماء إلى اختلاف قوتي التجاذب بين كل من الشمس والقمر على اليابسة والماء، وتأثير الشمس أصغر من تأثير القمر بالرغم من كبر كتلتها، وذلك لبعدها الشاسع عن الأرض، وتضاف قوة جذب الشمس إلى قوة جذب القمر عندما يكون بدرًا أو**

محاقًا، ويصبح المد عاليًا حينئذ، أما المد المنخفض فيحدث في التربيع الأول والأخير.

وعلى أساس نظرية "نيوتن"، استطاع العلماء أن يقدروا بالدقة أوقات هذه الظاهرة مدًا وجزرًا، لتسهيل سبل الملاحة، إحدى الدعائم الأساسية للحضارة، وتعد لهذا الغرض جداول تحدد الأوقات التي يطغى فيها الماء على اليابسة، أو ينحسر عنها في الموانئ المختلفة، وعليها تُنظَّم شئون دخول وخروج السفن فيها.

ويتراوح ارتفاع المياه في المد بين متر وخمسة عشر مترًا، وتُبذَل الآن محاولات عدة للانتفاع من ظاهرة المد والجزر في توليد الطاقة الكهربائية، واستخدامها تجاريًا، وسوف تظهر آثارها في المستقبل القريب.

هذا من الناحية التطبيقية، واتصال معارفنا الفلكية بشئون الحياة، أما من الناحية العلمية؛ فقد تبين أن المد والجزر يصحبه تحرك المياه، واندفاع تيارات مائية تحمل كميات كبيرة من المياه، فتسبب قوى احتكاكية مع بعضها البعض ومع قاع البحر، ويبدو لأول وهلة أن قوى الاحتكاك هذه بسيطة وتافهة، ولكن أهميتها تظهر جلية بعد فترات كبيرة من الزمن، إذ أن من شأنها أن تُضعِف من حركة الأرض حول محورها، وبالتالي تطول تدريجيًا الفترة التي تلزم لدورانها حول نفسها، وهي اليوم الذي يساوي 24 ساعة، وقد قُدرِّت القوى الاحتكاكية هذه وتأثيرها على طول اليوم، ووُجِد أن اليوم سيصل طولًا إلى نحو 1128 ساعة بعد 50000 مليون سنة، وستصبح الفترة التي يأخذها القمر ليتم دورة حول الأرض، مساوية تمامًا

للفترة التي تأخذها الأرض لتدور حول نفسها، وسيكون من نتيجة ذلك أن القمر سيحتجب عن نصف سكان الأرض، ويُرى فقط للنصف الآخر.

وستستمر قوى الاحتكاك في عملها، فتبطئ سرعة دوران الأرض أكثر، ويقترب القمر من الأرض تدريجيًا، ويرى سكان العالم في ذلك الوقت أن القمر يشرق من الغرب ويغرب من الشرق، بينما الشمس والنجوم تشرق من المشرق و تغرب في المغرب، وسيستمر القمر في اقترابه إلى أن يصبح على بعد 10000 ميل من الأرض، عند ذلك سينفجر ويتحول إلى أجسام صغيرة عديدة، تدور حول الأرض في حلقة بديعة، كالتي نشاهدها حول زحل.

غير أن "هولمبرج" يرى أن هناك عاملين يؤثران على الغلاف الهوائي، فقد تبين له أن ثمة تذبذبات تحدث في الغلاف الهوائى في الاتجاه الرأسي، يمكن الاستدلال عليها بوساطة "بارومتر" حساس، وأن الاختلافات الطفيفة في الضغط تحدث مرتين يوميًا، إحداهما قبل الظهر بساعتين، والأخرى قبل منتصف الليل بساعتين، كما هو الحال بالنسبة إلى ظاهرة المد والجزر، وأما العامل الثاني فهو قوة دفعية، تؤثر بها الشمس على الغلاف الهوائي، ومن شأن هذين العاملين زيادة سرعة دوران الأرض حول محورها، وبذا تتعادل قوة الاحتكاك الناجمة عن المد والجزر، مع القوى المؤثرة على الغلاف الهوائي، ولهذا السبب لا يُنتظر حدوث تغير في طول اليوم.

**ومما يُقر نظرية "هولمبورج"؛ أن العاملين اللذين يؤثران على الغلاف الهوائي ينتجان من مصادر مختلفة، فبينما زمن الذبذبة يتوقف على درجة الحرارة، وكثافة وتركيب الهواء الكيميائي، نجد أن الزمن الذي يمضي بين دفعتين متتاليتين للغلاف الهوائي، يتوقف على معدل دوران الأرض حول نفسها، وقد حدث التآلف بين الزمنين في عصرنا الحاضر.**

**وتقودنا نظرية "هولمبورج" إلى نتائج طريفة منها أن الأرض تتحرك في مدار حلزوني مقتربة من الشمس بدرجة صغيرة جدًا، وأن القمر يبتعد رويدًا رويدًا عن الأرض في مدار حلزونى أيضًاً، ولكن اقتراب الأرض من الشمس طفيف جدًا إذا ما قيس بابتعاد القمر عنا، وسيؤدي في النهاية إلى خروجه من نطاق جاذبيتها، ودورانه في مدار مستقل، وبذا يشارك الكواكب الأخرى في حركتها حول الشمس، وعندئذ يفقد سكان الأرض الجو الساحري الذي يضفيه القمر على الأرض أثناء الليالي القمرية، كما سيفقد الفلكيون ظاهرة الكسوف الكلي للشمس، التي تعتبر من أهم الدعائم في دراسة جو الشمس الخارجي، وفي تفهم طبيعة الجسيمات المنتشرة حول الشمس، والتي تسبب رؤية الضوء البروجي.**

## الفلك والعلوم

**يساهم الفلك مساهمة فعالة في تقدم العلوم الرياضية والطبيعية، فالنجوم والكواكب والوسط النجومي، لم تعد مجرد أسماء نطلقها على أجسام بعيدة تتلألأ في السماء،**

نراها بعيوننا أو خلال المناظير فتبهرنا بأشكالها البديعة فحسب، بل هي معامل متعددة الصفات والخواص، تجري في الفضاء بسرعات مختلفة، في حركة منتظمة تخضع لقوانين مضبوطة، وقد أمكن استخدام الأجرام السماوية في تحقيق كثير من النظريات العلمية التي كان من المتعذر الاستدلال على صحتها في معاملنا الأرضية، وأهم تلك النظريات نظرية الجذب العام لـ"نيوتن" في القرن السابع عشر، ونظرية النسبية لـ"آينشتين"، في أوائل هذا القرن الذي نعيش فيه.

فالعلم يتقدم بطريقتين: إما باكتشاف نظريات جديدة، وإما بوضع قوانين تفسر الظواهر المعروفة، وعندما يتوصل العالم إلى نظرية، يبدأ بقية العلماء في تطبيقها على جميع الظواهر المتصلة بها، وعلى القوانين الموضوعة، فإذا ثبتت النظرية أمام هذه الاختبارات، أصبحت نظرية معترفًا بها علميًا، ويجب أن تكون النظرية قريبة ما أمكن من الحقيقة، ففي بعض الأحيان تُكتَشف نظريات تقودنا إلى قوانين خاطئة، تسير بالعلم في طرق معوجة، ولا يمضي وقت طويل حتى تظهر الضرورة إلى تغيير تلك القوانين، والمثال على ذلك واضح في حركة الكواكب.

فقد كان معتقدًا منذ أقدم العصور، أن كلا من الكواكب السيارة يتحرك في مدار دائري حول نقطة مركزية، وأن هذه النقطة تدور بانتظام في محيط دائرة أخرى مركزها الأرض، و قد بقيت هذه النظرية على اعتبار أن الأرض هي مركز الكون، وقد ظل هذا الاعتقاد سائدًا إلى أن جاءت أرصاد "تيكوبراها"، التي أثبتت أن مواقع المريخ المحسوبة تختلف عن الحقيقة بما يزيد على ثماني دقائق قوسية، ومن ثم أصبح من الضروري تغيير تلك النظرية، وسقط الاعتقاد بمركزية الأرض، ثم وضع "كبلر" قوانين استنتجها من الأرصاد لتفسر حركة الكواكب السيارة، ومضت فترة من الزمن إلى أن جاء "نيوتن" ووضع قانون الجذب العام، وقوانين الحركة، وقد طُبقت على حركة الكواكب، فبينت أنها تتحرك في مدارات بيضاوية، تحتل الشمس إحدى بؤرتيها، ويستمر الكوكب في حركته في نفس مداره، الذي لا يتغير إلا قليلًا نتيجة للقلاقل أو الاضطرابات التي تُحدِثها بقية الكواكب في حركته، وقد أمكن حساب مدارات هذه الأجسام بالتطبيق الرياضي لقانون الجاذبية، وأمكن معرفة مساراتها والتنبؤ بمواقعها وأوقات شروقها وغروبها، وكان لهذه النتائج آثارها في دعم نظرية "نيوتن".

وعلى مر السنين تراكمت الأرصاد العديدة عن مواقع الكواكب، وما إن بدأت مقارنتها بالمواقع المستنتجة من نظرية "نيوتن"، حتى بدا واضحًا أن عطارد أصغر الكواكب، وأقربها نحو الشمس، يدور مستوى مساره بمعدل 43 ثانية قوسية في كل قرن من الزمن، كما أن الأرض أيضًا ثبت أن مدارها يدور، ولكن بمقدار أقل، وقد بُذلت محاولات عدة لتفسير

هذه الظاهرة على أساس نظرية "نيوتن"، ولكن هذه المحاولات باءت بالفشل، وظلت الحاجة ماسة إلى نظرية أخرى تفسر هذه الظاهرة.

وفي أوائل هذا القرن وضع "آينشتين" نظريته النسبية، وما إن طبقت على حركة الكواكب حتى حلت اللغز الذي حيَّر المفكرين ردحًا من الزمن، وفسرت حركة الكواكب عطارد وغيره من الكواكب، وكان هذا أول اختبار وُضِع للنظرية النسبية، وقد اجتازه بنجاح، وكانت في مسيس الحاجة إلى الدليل على صحتها، وسنرى في الفصلين التاليين النتائج الأخرى لنظرية النسبية، التي أمكن تحقيقها فلكيًا.

## انحراف الضوء

**في مقدمة الأبحاث الفلكية التي تمت خلال هذا القرن، تلك الأرصاد التاريخية لتحقيق نتيجة أخرى لنظرية "آينشتين" خاصة بانحراف الضوء في مجال جذب قوي، فمن المعروف أن الضوء يسير في خط مستقيم،**

**ويُستدَل على ذلك بالظل المحدد الذي نراه لجسم موضوع في طريق الضوء، وقد وُضِعت نظريتان مهمتان في أصل الضوء، الأولى لـ"نيوتن" وتفترض أن الضوء عبارة عن دقائق متناهية الصغر، تنطلق من المصدر الضوئي، بينما النظرية الثانية تفسر ظواهر الضوء، باعتباره أمواجًا "كهرومغناطيسية" تنتقل بسرعة عظيمة في الفضاء، تبلغ 300 ألف كيلو متر في الثانية.**

**وفي أوائل القرن التاسع عشر، عندما كان الصراع على أشده بين هاتين النظريتين، قام "سولندر" في عام 1801 بدراسة مسار الشعاع الضوئي عندما يمر بجوار كتلة كبيرة، وقد استعان في دراسته بنظرية الدقائق، مستخدمًا قانون الجذب العام لـ"نيوتن"، وقد بيَّن أن الشعاع الضوئي عند مروره بجوار كتلة كبيرة مثل الشمس ينحرف قليلًا عن مساره المستقيم بما يقرب 0.87 ثانية قوسية، ولم تثر هذه النتيجة اهتمام العلماء في ذلك الوقت، إلى أن نشر "آينشتين" نظريته النسبية الخاصة في عام 1905، تلك النظرية التي أثارت اهتمام العلماء بالآفاق البعيدة التي فتحتها في**

التفكير الطبيعي للأشياء، والتي تتطلب اعتبار الطاقة والمادة وجهين لشيء واحد، تربطهما علاقة بسيطة، ولما كان للشعاع الضوئي طاقة يستمدها من الجسم المشع له، فله إذن وزن، وبذا فهو يخضع لقانون الجذب، وينحني عند مروره بجوار كتلة كبيرة مثل الشمس، وقد قام "آينشتين" بحساب مقدار الانحناء، ووجد أنه يساوي 0.87 ثانية قوسية. ومن الطريف أن تلك القيمة تتفق تمامًا مع نتيجة "سولندر" برغم اختلاف الفروض التي بُنِيَت عليها كل من النظريتين، وبرغم أن "آينشتين" قام بحسابه دون أن يدري شيئًا عن دراسات "سولندر".

ولكن ما إن أقبل عام 1916، حتى عمم "آينشتين" فكرته، ونشر نظريته النسبية العامة، وقام بحساب الانحراف في الشعاع الضوئي، على ضوء نظريته الجديدة، ووجد أن مقدار الانحراف يبلغ 1074 ثانية قوسية، وهي ضعف القيمة التي استُنتجت أولًا.

وكان من الضروري التأكد من هذه النتيجة، لإثبات صحة نظرية "آينشتين"، وهنا أيضًا نرى أن التجربة التي يمكن إجراؤها في هذا الصدد يجب أن تكون فلكية بحتة، إذ أن معاملنا الأرضية تعجز تمامًا عن القيام بمثل هذه التجارب.

فالتجربة التي يمكن أن تُجرى هي رؤية النجوم ورصدها بجوار الشمس، وحساب مواقعها، وتعيين اتجاه الأشعة التي تصلنا منها، ثم مقارنة ذلك باتجاه الأشعة عندما تكون الشمس بعيدة عن منطقة تلك النجوم، وهنا قد يتساءل المرء: هل يمكن رؤية النجوم بجوار الشمس؟ والإجابة عن

هذا السؤال بسيطة جدًا، فالنجوم كما ذكرنا سابقًا موجودة في السماء نهارًا وليلًا، ولكن تشتت ضوء الشمس في الغلاف الجوي للأرض ينير السماء بضوء قوي، فيحول دون رؤية النجوم نهارًا، فإذا أمكن تغطية قرص الشمس خارج الغلاف الجوي لانعدمت الأشعة المباشرة التي تصل إلى الأرض، وأظلمت السماء نسبيًا، وأمكن رؤية النجوم أثناء النهار، وهذا هو ما يحدث تمامًا أثناء الكسوف الكلي، عندما يقع القمر بين الأرض والشمس.

وقد بُذلت محاولات عديدة لأخذ صور للشمس والمنطقة المحيطة بها أثناء الكسوف، وكانت أول محاولة في علم **1912**، ولكنها لمم تلق نجاحًا لسوء الأحوال الجوية أثناء الكسوف. وفي عام **1914** حالت الحرب العالمية الأولى دون تحقيق رغبة الفلكيين، وفي عام **1918** أخذِت أول صورة لكسوف الشمس، وظهر على اللوح الفوتوغرافي خمسون نجمًا، وبالرغم من ذلك لم تكن النتائج التي أمكن استخراجها حاسمة، لأن هذه الأرصاد وقياسها يحتاج إلى خبرة خاصة لم تكن قد اكتُسبت بعد، وبالرغم من الصعوبات التي قابلتها هذه التجربة لقلة فترات الكسوف، وسوء الأحوال الجوية في معظمها، أمكن في عام **1921** والأعوام التالية الحصول على نتائج مشجعة أضافت دليلًا آخر على صحة "آينشتين".

## احمرار الضوء

والدليل الثالث على صحة النظرية النسبية، جاء أيضًا من الأرصاد الفلكية، وهو كسابقه إحدى خصائص الضوء، سنشرحه بإيجاز فيما يلي:

ولقد بيَّنا في الحديث عن الذرة أن الكهارب إذا انتقلت من مدار إلى مدار، بفعل الحرارة الشديدة، أو الوسائل الأخرى انبعث من الذرة إشعاع ذو طول موجي محدد، يسمى "الخط الطيفي". والضوء المنبعث من الأجسام المشعة يتكون من عدد كبير من هذه الخطوط، ذات الألوان المختلفة، ولكن بعيوننا المجردة لا يمكننا أن نرى الخطوط منفصلة، بل نرى مجموعة من الألوان تبدأ على حسب أطوال موجاتها، بالبنفسجي، فالأزرق النيلي، فالأزرق، فالأخضر، فالأصفر، فالبرتقالي، فالأحمر، ويسمى هذا "الضوء المرئي"، وتقع على جانبيه أشعة أخرى كثيرة يمكننا أن ندرك وجودها بأجهزة مختلفة غير العين.

ولدراسة الخطوط الطيفية، يُستخدم جهاز خاص يسمى المطياف، وهو يتركب في أبسط صورة من عدسة، ومنشور زجاجي أو محزوز ضوئي و"تلسكوب" صغير، وإذا ما سقطت الأشعة على المنشور أو المحزوز تحللت إلى خطوط محدودة، تمكن من قياس أطوالها الموجية، وتُستخدم هذه الظاهرة في تحليل أطياف النجوم المختلفة لتعيين تركيبها الكيماوي، وكذلك نستخدمها في معاملنا الأرضية لدراسة مكونات الأشياء.

وقد بيَّن "آينشتين" بنظريته النسبية أن الضوء المنبعث من الأجسام المشعة الكبيرة، مثل الشمس والنجوم، يعاني احمرارًا، أي أن الخطوط الطيفية المنبعثة من تلك الأجسام تزداد أطوالها الموجية إذا ماقورنت بالأطوال الموجية المعروفة لنا في المعمل.

وقد حققت الأرصاد الفلكية الطيفية للأجرام السماوية، هذه النتيجة، وأصبحت نظرية النسبية مثبتة على دعائم قوية.

## دورة الكلف وظواهر الحياة على الأرض

**ذكرنا سابقًا أن حرارة الشمس وضوءها لازمان لاستمرار حياة الحيوان والنباتات، وقد لوحظ أن بعض الظواهر مثل فيضان الأنهار والبحيرات ونمو النبات وغير ذلك، يتأثر بما يحدث على سطح الشمس،**

**فمنذ فترة طويلة قام "بروك" بدراسة ارتفاع سطح بحيرة "فيكتوريا نيانزا" عند منبع نهر النيل في سنين متعاقبة، وتبين له وجود علاقة بين ارتفاع المياه في البحيرة وبين ظهور الكلف على سطح الشمس، فقد وجد أن سطح البحيرة يرتفع عدة أمتار عندما يزيد الكلف، وينخفض السطح عندما يقل الكلف، وقد ثبتت هذه العلاقة فيما بعد ببحيرات كثيرة أخرى.**

**وقد أُجريت عدة أبحاث على جذوع الأشجار، ووُجد أننا لو قطعنا قطاعًا مستعرضًا في جذع الشجرة، لظهرت لنا عدة حلقات تختلف في شكلها وسُمكها، والمعروف أن الشجرة تربي حلقة واحدة من الحلقات المكونة لجذعها في كل عام، ويمكن معرفة عمر الشجرة من عدد هذه الحلقات، أما سُمكها فيعطينا فكرة عن حالة نموها.**

**وقد تبين من الدراسات العديدة، أن نمو الأشجار يتبع دورة زمنية قدرها أحد عشر عامًا، ويزداد النمو كلما زاد عدد الكلف على سطح الشمس، ففي السنة التي تبلغ فيها مساحة الكلف نهاية عظمى تظهر**

الحلقات عريضة وكبيرة، وقد عُملت أبحاث على شجرة معمرة في جنوب السويد، من عام 1820 إلى عام 1910، ووُجد أن نموها خلال هذه الفترة يتبع دورات الكلف تمامًا.

ويجب التنويه هنا بأن عدد الأشجار التي تبين هذه الظاهرة قليل نسبيًا، إذ يرجع ذلك إلى وجود عوامل أخرى تؤثر على نمو النبات بوجه عام.

وحتى الآن؛ لم يكن من المستطاع تعليل هذه الظاهرة تعليلًا صحيحًا، وإن كان من المعتقد أن الشمس تبعث بكميات وفيرة من الأشعة فوق البنفسجية، عند ظهور الكلف والزغب على سطحها، هذه الأشعة لها تأثير شديد في الكائنات الحية، وتدخل في بعض العمليات اللازمة لنمو النبات.

## الأقمار الصناعية

استُخدم المنظار الفلكي في الأرصاد منذ ثلاثة قرون، وبوساطته كشفنا الكثير عما يحتويه هذا الكون من أجرام مختلفة، فالعين لا تستطيع أن ترى من النجوم غير قدر محدود، وبالمنظار يمكن رؤية مئات الألوف أو عشرات الألوف، بل عشرات الملايين منها، ويزيد ما يُرى من الأجرام بازدياد قوة تجميعه للضوء الذي يصل منها.

وبوساطة المنظار رأى "جاليليو" أقمار المشترى، وأهلة الزهرة، وبذلك أثبت صحة رأي "كبرنيق" في دوران الأرض وأخواتها السيارات حول الشمس، وتُعتبر هذه الحقيقة الحجر الأساسي في العلوم الطبيعية، وبوساطة المنظار أيضًا أمكن رؤية السدائم البعيدة في أعماق الفضاء، والتي يُقدر بُعدها بعشرات أو مئات الملايين من السنين الضوئية، ولا يمكن في هذه العجالة حصر ما أسهم به المنظار و"الفوتوغرافيا" في الكشوف الفلكية.

غير أنه لوحظ أن الغلاف الهوائي يمتص جانبًا كبيرًا من الأشعة التي تشعها الأجرام السماوية، وأننا إنما نراها سواء بالعين المجردة أو بالمنظار من خلال نطاق محدود من طيف هذه الإشعاعات، يعرف بالنطاق المرئي، أما الإشعاعات فوق البنفسيجية والسينية على أحد طرفي هذا النطاق، وما دون الأحمر على الطرف الآخر، فإنها لا تصل إلينا بل يمتصها الغلاف الهوائي في نافذة أخرى في غير النطاق المرئي، باستخدام المناظير

"الإلكترونية" التي تجمع الإشعاعات طويلة المدى، وأمكننا بوساطتها دراسة توزيع المادة الكونية في الفضاء، واكتشاف ظواهر كونية بالغة الأهمية، إلا أننا مازلنا عاجزين عن دراسة هذه الأجرام في منطقة فوق البنفسجي، لأن الأوزون الموجود في الهواء على ارتفاع 20 ميلًا يمتصها، من ثَم كان تفكير العلماء منذ بضع سنين في إطلاق مركبات علمية نحو الفضاء، لدراسة طبيعة الغلاف الهوائي إلى مدى أكبر، وتأثير الإشعاعات الموجية والجسمية التي تدخله، وأخذ أرصاد فلكية عن الأجرام السماوية في النطاق الذي لا يزال مستعصيًا.

والأهداف التي يتوخاها العلماء من ذلك علمية فحسب، والعلم يهدف دائمًا إلى البحث عن الحقيقة لذاتها.

ومع ذلك؛ فلا شك أن السفر عبر الفضاء نحو القمر أو السيارات، كان هدفًا من أهداف المشتغلين بهذا الموضوع، وقد بدأت الآمال في تحقيقه تظهر قريبة المنال، منذ أطلق الألمان الصواريخ المعروفة "ف 2"، خلال الحرب العالمية الأخيرة، وقد حفز هذاالنجاح الروس والأمريكان للقيام ببحوث ودراسات على نطاق واسع، وما زال التنافس بينهما شديدًا في هذا الميدان، لما حققته روسيا من سمعة ونفوذ في الميادين السياسية لإحرازها السبق في هذا المجال.

والعلماء والفنيون يدركون أكثر من غيرهم قيمة هذا النجاح، وذلك لما يكتنف بناء الصواريخ من صعوبات جمة، فضلًا عن أنه باهظ التكاليف. ويكفي لإلقاء بعض الضوء على قيمة هذا العمل، من الوجهتين

العلمية والفنية، أن نتذكر المعدل الكبير الذي تقل به كثافة الهواء وضغطه مع الارتفاع، وبالتالي كمية الأكسجين اللازمة لاحتراق وقود المحركات، وأن حرارة الغلاف الهوائي في الطبقة المحصورة بين 50 و100 ميل تصل إلى نحو ألف درجة مئوية، مما قد يعرض المركبات وما تحويه إلى الانصهار.

أما المبدأ العلمي لدوران كوكب صناعي حول الأرض، فهو معروف منذ نحو ثلاثة قرون، عندما اكتشف "نيوتن" قانون الجذب العام.

وأساس هذا المبدأ كما شرحناه سابقًا، أن القوة الطاردة، التي تنشأ من هذا الدوران، يجب أن تُعادِل قوة الجذب نحو الأرض، وبتعادلهما يظل القمر نظريًا يدور حول الأرض إلى الأبد، ولما كانت قوة الجاذبية تقل مع البعد عن الأرض، فإن السرعة المدارية لهذا الجسم تقل أيضًا مع الارتفاع، ويقدر العلماء هذه السرعة عند سطح الأرض أو بالقرب منها بنحو 300 ميل في الدقيقة.

وقد كان الوصول إلى مثل هذه السرعة المدارية الكبيرة أول أهداف المشتغلين بهذا الموضوع، ووُجد منذ بادئ الأمر أن من العسير الوصول إلى مثل هذه السرعة بصاروخ واحد، ولهذا تتكون الصواريخ التي تحمل الأقمار الصناعية إلى المدى المطلوب عادة من ثلاث أو أربع مركبات، تصل الأولى منها إلى سرعة 115 ميلًا في الدقيقة، والأخرى إلى 230 ميلًا في الدقيقة وهكذا، وفي خلال هذه المراحل الثلاث ينثني اتجاه الصاروخ حتى يصير موازيًا لسطح الأرض فيدور حولها.

ونظرًا لقلة ما يوجد في الغلاف الهوائي من الأكسجين اللازم للاحتراق، فيجب أن تحمل الصواريخ معها المؤكسد اللازم للاحتراق، أما الوقود نفسه فقد يكون صلبًا أو سائلًا، ويتكون الأول من "نيتروجلسرين" و"نيتروسيليلوز"، والثاني من مؤكسد من نترات "الأمونيا" أو "أمونيا بيركيولورت" مع وقود عضوي أو معدني مثل "البوليريثان". ويوضع الوقود الصلب في وعاء مقل، ويخرج منه بوساطة ثقب على شكل معين، يحدد معدل الاحتراق، ويراعى ألا يحتوي على شرخ قد ينشأ عنه انفجار الصاروخ بعد البدء في الاحتراق.

أما أنواع الوقود السائل فكثيرة، ولكل منها مميزات، وتوضع بحيث يكون كل من السائل والمؤكسد منفصلين، ويمتزجان فقط عند دخولهما في خزان الاشتعال، الذي يغذى من السائلين، إما بطلمبات وإما بضغطهما في الإناءين اللذين يحتويانهما، ويلاحَظ أن معدل استهلاك الوقود لتكوين الضغط العالي اللازم لحركة الصواريخ كبير جدًا، ومن ثَم نجد أن وزنه يكون نسبة كبيرة من وزن الصاروخ نفسه، لا تقل عن 70%، فالصاروخ الذي وزنه 13 ألف كيلو جرام يبلغ وزن الوقود وحده 8300 كيلو جرام.

وتُصنَع الصواريخ على هيئة انسيابية بنسبة 1:19، وطول الصواريخ الأمريكية نحو 20 مترًا، و قطرها أقل بقليل من متر ونصف المتر، وتحمل في المقدمة القمر الصناعي، وهو عبارة عن كوة معدنية، تحتوي على أجهزة متنوعة، تتأثر بالخصائص الطبيعية للمدى الذي تسبح فيه، فتؤثر في السعة الكهربائية لجهاز إرسال لاسلكي، تنبعث منه موجات

تختلف طولًا باختلاف هذه الخصائص أو تغيرها، كما هو الحال في "الراديو سوند". وباستقبال هذه الموجات، وقياس أطوالها، يمكن استنباط الخصائص الطبيعية للمدى الذي يسبح فيه القمر الصناعي من الفضاء، وكيفية تغيرها مع الزمن أو مع البعد عن سطح الأرض، لأن مدارات هذه الأقمار عادة بيضاوية الشكل، هذا بشرط معرفة مدلولات هذه الموجات لكل عنصر، إذ أن الأجهزة التي تحتويها هذه الأقمار تعايَر في المعامل قبل إطلاقها لقياس هذه المدلولات.

وقد يُستعمل سائل واحد مثل "الهيدروجين بيروكسيد" لإدارة الصاروخ، الذي يتحول بمروره على "بلاتينيام" كاتالست إلى بخار سائل وأكسجين، ويتكون من انبعاثها الضغط اللازم للدفع. وتمتاز هذه الطريقة بالبساطة، ويستعمل وعاء واحد لحفظ الوقود ليمكن التحكم في قفله وفتحه، غير أن الدفع النوعي لهذا النوع أقل منه للأنواع الأخرى، ويجري الاستغناء عن عملية الاحتراق، ونحصل على الغاز الساخن بتمرير السائل في فرن ذري، والوقود المناسب في هذه العملية هو "الهيدروجين" المكثف، وفي جميع الأحوال نجد أن تكوين الدفع في الصواريخ يماثل الطائرات النفاثة، وعند خروج الغاز من فرن الاحتراق بسرعة كبيرة، ينشأ رد الفعل الكبير الذي يرفع الصاروخ في بادئ الأمر إلى أعلى ثم يمده بعد ذلك بالقوة اللازمة للحركة إلى أن يبلغ المدى المطلوب، ويحتاج الرفع الرأسي إلى قوة دفع تزيد على وزن الصاروخ بنحو 30 أو 50%، فيبدأ بسرعة ثابتة، ثم تنشأ العجلة في السرعة بنقصان وزن المركبة، نتيجة لاحتراق الوقود والبعد عن مركز الثقل في الأرض.

ويتوقف عمل الصاروخ فضلًا عن تصميم بنائه، على تركيب مادة الوقود، وتتحدد درجة كفاية الوقود بما يسمى الدفع النوعي، وهو مقدار الدفع الذي يحدث من رطل واحد من الوقود في الثانية.

ولا شك أن يوم 4 أكتوبر سنة 1957، الذي أطلق فيه الروس أول قمر صناعي، سيظل خالدًا، لا في تاريخ العلوم فحسب ، بل في تاريخ البشرية جمعاء، وقد أدهش هذا العمل الفذ الناس جميعًا في بقاع الأرض، وفي مقدمتهم العلماء، حتى من منافسيهم الأمريكان، لأنهم يعلمون أكثر من غيرهم ما يكتنف تصميم وبناء صواريخ بهذا الحجم والوزن، وبلوغها هذا المدى من صعوبات فنية لا حصر لها.

ونجاح الروس في ذلك أو إحرازهم السبق فيه، لا شك يدل على تفوقهم على منافسيهم في نواحٍ فنية متعددة، وقد أطلقوا بعد ذلك عدة أقمار، منها قمر صناعي إلى القمر، ورحلة "جاجارين" وعودته إلى الأرض، وفي كل من هذه الأعمال حققوا نصرًا علميًا وأدبيًا، وقد احتوى القمر الأول على أجهزة فلكية و"مترولوجية"، فكانوا بهذا أول من قاموا بقياسات مباشرة للعناصر "المنيورولوجية" للجو، وكيفية انتشار أمواج الراديو في طبقات الجو العليا.

وفي العصر الروسي الثاني؛ أطلقوا الكلبة "لايكا"، كما أطلق الأمريكيون قردين في صاروخ لدراسة التأثيرات "البيولوجية" التي تنشأ نتيجة لاختلاف الظروف الطبيعية، مثل فقدان الوزن، وتأثير الأشعة

الكونية، ولا شك أن النتائج التي وصلوا إليها لها أهميتها عند التفكير جديًا في إمكان سفر الإنسان نفسه عبر الفضاء.

و قد احتوى القمر الروسي الأول على بطاريات كهربائية لإدارة الأجهزة المختلفة، وإمداد جهاز الإرسال بالطاقة اللازمة، غير أن ما يمكن حمله من هذه البطاريات، وما يمكن أن تعطيه من طاقة، كلاهما محدود، ولا يكفي عندما تمس الحاجة إلى سفر الإنسان مستقبلًا، وقد نجح الروس والأمريكان في استغلال ما يوجد في الفضاء من أشعة الشمس، بتحويلها إلى طاقة كهربائية لاستخدامها في تشغيل الأجهزة.

والواقع أن تحقيق هذين الأمرين أكثر بكثير مما كان يتوقعه العلماء أنفسهم أو يحلمون به، و لكن من الحقائق ما هو أغرب من الخيال. إن بعض النتائج التي كشفت عنها أرصاد الأقمار الصناعية بالغة الأهمية في الميادين العلمية والعملية، فقد كان معروفًا أن ارتفاع الطبقات التي يبلغ عندها التأين في الغلاف الهوائي، وتركيز "الإلكترونات"، أقصاها يختلف فيما بين الليل والنهار، ومن موسم إلى موسم، ومن الشمال إلى الجنوب، ومن الشرق إلى الغرب، وقد دلت الأبحاث التي قام بها العلماء من أرصاد الأقمار الصناعية، على أن معدل الانخفاض في درجة تركيز "الإلكترونات" في الطبقات العليا من طبقات التأين، يسير ببطء يعادل خمس مرات معدل الزيادة تحت مستوى الحد الأقصى.

وكشفت هذه الأرصاد أن كثافة الغلاف الهوائي عند المدى الذي تبلغه الأقمار الصناعية، هو نحو عشر مرات ما كان معروفًا قبل إطلاقها،

وأن الغلاف الهوائي يمتد إلى مدى 2000 أو 3000 كيلو متر من سطح الأرض، وهذا أيضًا لم يكن معروفًا من قبل، كما وجد أن درجة الحرارة عند هذا المدى كبيرة إلى درجة أننا لا نستطيع أن نعزوها إلى الإشعاع الشمسي وحده.

وقد كان يُظَن قبل إطلاق الأقمار الصناعية، أن عدد الشهب التي تدخل الغلاف الهوائي كبير إلى درجة أنها تمثل خطرًا حقيقيًا على الملاحة عبر الفضاء، وقد دلت أرصاد الأقمار الصناعية على أن هذا الخطر المزعوم مبالغ فيه كثيرًا.

وأثبتت أرصاد الأقمار الصناعية لأول مرة أن ثمة كميات كبيرة من "الهيدروجين" توجد في فضاء ما بين النجوم.

وبمقارنة وزن القمر الروسي الأول الذي يبلغ 83.6 كيلو جرام، بوزن القمر الروسي الأخير الذي يبلغ أربعة أطنان ونصف الطن، نستطيع أن نتصور مدى النجاح الذي حققه الروس للآن في هذا الميدان في فترة قصيرة، وما يمكن أن يحققوه هم أو منافسوهم بما لديهم من موارد كبيرة في المستقبل القريب من نجاح، يبرر اعتقاد البعض أن سفر الإنسان إلى القمر قد يتحقق في خلال خمس أو عشر سنوات.

ولا نستطيع من الآن التكهن بمدى نتائج إطلاق هذه الأقمار في تاريخ العلوم التطبيقية، أو في تاريخ البشرية نفسها. لا شك أن هذا العمل انتصار بالغ الأهمية على قوى الطبيعة، وفتح في تاريخ البشرية له ما بعده،

فإذا تذكرنا ما كان لبعض الكشوف العلمية كالكهرباء واللاسلكى والطائرات، واستنباط الطاقة الذرية من آثار في تكوين حضارتنا، وتطوير القيم المادية والاجتماعية في الحياة، استطعنا أن نتصور قياسًا ما سوف يكون لهذا العمل الجديد من نتائج قد لا يكون أعظمها شأنًا تحقيق ذلك الحلم الذي داعب أذهان الكثيرين، وهو السفر عبر الفضاء إلى القمر أو إلى الكواكب السيارة أخوات الأرض، وربما استطعنا بوساطة الأقمار الصناعية الكشف عن قوى أخرى من قوى الطبيعة، التي لا حد لها ولا لمقدرتها، وأن نتمكن على مدى الأيام من التحكم فيها، واستخدامها فيما يعود على البشرية من النفع الجليل.

إننا نعيش في عصر يمكن أن يكنى "عصر العلم"، عصر لا يرحم الضعيف، ويدوس المتخلف، هو عصر القوى في أشكالها المختلفة، والعلم هو أهم مصادر القوى في هذا العصر، و مع أن غاية العلم هو البحث عن الحقيقة لذاتها؛ إلا أن كثيرًا من الدول قد وجدت فيه مصادر من القوة لا ينضب معينها، و يجب أن نعيش فيه، وأن نحاول ألا نتخلف عن الركب، كما يجب علينا ألا نتطير من إطلاق الأقمار الصناعية أو من نتائج هذا العمل الفذ، فقدرتنا مهما بلغت محدودة، ويجب أن نذكر دائمًا خالق هذه القدرات بأنواعها، وأن نتدبر قدرته فيما خلق.

## الفلك والتنجيم

من المُلاحَظ أن بعض السنين تكون حافلة بالأحداث
السياسية كما تكون أيضًا حافلة بالظواهر الكونية بشتى
أنواعها، فهل ثمة علاقة بين هذه وتلك؟ لسنا ندري،

ولا نعتقد أن المنجِّم يدري، لا لأننا نؤمن إيمانًا قويًا بأن الله وحده هو علام الغيوب فحسب، بل لأن الجهل بما تخبئه الأقدار من خير أو شر، عامل أساسي لبناء الجنس البشري وتقدمه ورفاهيته.

ولا يزال كثير من الناس يخلط بين الفلك والتنجيم، وتقتضينا هذه المناسبة أن ننوه بأنهما مختلفان في أهدافهما، وفي وسائلهما أيضًا، فالفلك واحد من فروع العلم كالكيمياء والرياضة والحيوان والنبات، بل هو أقدمها كما تدل على ذلك آثار العصر الحجري، وفروع العلم هذه تختص بدراسة الأشياء التي تقع في نطاق الحس؛ حية كانت أو غير حية، وتعتمد في طريقة دراستها على التجربة التي يجريها العالم في معمله، ويرقم نتائجها، وعلى رصد الظواهر الكونية متوخيًا غاية الدقة، ثم هو يُعمل عقله بعد ذلك في نتائج هذه أو تلك، ليستنبط منها رأيًا علميًا ينتشر بين العلماء فيتولاه الآخرون بالنقد الذي لا هوادة فيه، هذا يعالجه من زاوية، وذاك من أخرى، فإن صمد للنقد والاختبار صار رأيًا علميًا معترفًا به من العلماء.

والآراء العلمية، كما يقول أستاذنا الدكتور أحمد زكى في كتابه "مع الله في السماء"، نوعان: نوع مؤكد يقول به العالم ويؤمن به، كإيمانه بوجوده، ونوع يقع بين الشدة واليقين على درجات مختلفة، ومن الأمثلة على الأول؛ أن كل جسم منهما كان تركيبه الكيماوي أو الطبيعي ينجذب نحو مركز الأرض، وأن سرعة سقوطه تزيد بمقدار 32 قدمًا في كل ثانية من لحظة سقوطه، وأن الماء يتركب من أكسجين و "هيدروجين"، ومن الأمثلة على النوع الثاني أن الضوء يتألف من موجات تقع ما بين كذا وكذا طولًا، ولا نعرف على وجه التحقيق ما إذا كانت هذه الأمواج كالأمواج التي نراها على سطح الماء، إذا قذف فيه بحجر، أو كأمواج الصوت إذ ينتقل في الهواء أم هي حقول مغناطيسية كهربائية يجري فيها الضعف والقوة متعاقبين، وعلى وتيرة واحدة، أم أن هذه الأمواج أثر لجسيمات متناهية في الصغر، ويلاحق بعضها بعضًا.

أما التنجيم الذي يهدف إلى التنبيه عما يخبئه الغيب للأفراد أو الشعوب بوسيلة أو أخرى، ومنها الوسائل التي يزعم المنجمون أنها فلكية، فليس من فروع العلم، ومع ذلك فالفلك مدين بالفضل للمنجمين، الذين عاشوا منذ أقدم العصور، وجمعوا خلالها أرصادًا فلكية عن مواقع السيارات والمذنبات والنجوم، ساعدت العلماء المحدثين على استنباط حركاتها، وكشف بعض الظواهر الفلكية المهمة، والتي لم يكن من الميسور كشفها بدون الاستعانة بأرصاد القدماء، ومن الأمثلة على ذلك طبيعة المذنبات التي كانت ولا تزال تفاجئ الناس بظهورها، ثم تفاجئهم باختفائها، وكذا الظاهرة التي يسميها الفلكيون "تقهقر الاعتدالين"، والتي

ينشأ عنها عدم ثبوت الاتجاه الذي تدور حوله أرضنا في الفضاء، وبالتالي النجم الدال الآن على موقع القطب الشمالي من السماء.

وهنا يجب أن نقول إن المنجمين في العصور الغابرة لم يكونوا منجمين بالمعنى المعروف في عصرنا هذا، بعد أن حدد العلم أهدافه وطرائفه، بل كانوا علماء وأهل رأي وذوي حظوة كبيرة لدى الملوك، ولم يكن العالِم متخصصًا في فرع من فروع العلم كما هو الحال في عصرنا هذا، بل كان باحثًا في كثير من فروع العلم، كالأدب والفلسفة والطب والصيدلة والرياضة والفلك والكيمياء، وما زلنا للآن نسمي الطبيب "الحكيم"، وهذا يدلنا على ما كان للعلماء من مكانة في نفوس الناس، وعلى ما كانوا يمارسون من فنون المعرفة، وكان الملوك في تلك العصور يرجعون إلى العلماء في بعض شئون الدولة، ولم تكن هذه الشئون في هذه العصور مثلما هي عليه الآن تنوعًا وكثرة، بل كانت مقصورة على حفظ الأمن الداخلي، وإقامة العدل بين الناس، وإعداد الجيوش لحماية الدولة من غزو خارجي أو غزو يسجل اسم الحاكم بين الخالدين في سجل التاريخ.

وفي هذه العصور وغيرها، كان الملوك يستنصحون العلماء، ولا نعتقد أن هؤلاء العلماء كانوا يستلهمون النجوم أو الكواكب الرأي الذي ينصحون به، لأنهم يعرفون أكثر من غيرهم، أن هذه الأجرام لا شأن لها بذلك، ولكن هكذا ظن الناس، فلا ذنب للعلماء، كما أنه لا ذنب للنجوم فيما اعتقده الناس وآمنوا به على مر السنين.

ولما كان الناس في كل زمان ومكان مشوقين إلى معرفة الغيب، لاتخذ بعضهم هذا الأمر صناعة رابحة، هؤلاء هم المنجمون، وقد كانت ولا تزال وستظل صناعتهم رابحة، لا لأن الناس متشوقون إلى معرفة أقدارهم كما قلنا فحسب، بل لأن بعض ما يتنبأون به قد يتحقق فعلًا.

كيف إذن يتحقق بعض ما يقوله المنجمون؟ لقد ذكرنا أن تنبؤاتهم لا ترتكز على أساس من العلم، وبصفة خاصة على قواعد الفلك، الجواب على ذلك نجده في مبادئ علم الإحصاء و"نظرية الاحتمالات"، ولإيضاح ذلك في عبارة مبسطة نقول: إن لكل مجتمع خصائصه، فالناس يولدون ويمرضون ويموتون ويتزوجون ويشترون ويبيعون ويسافرون ويكدحون ويتدافعون طلبًا للرزق والرفعة، وكل أمر من هذه الأمور محتمل 50% لكل فرد من أفراد المجتمع، فما على المنجم أو حتى عليك إذا قلت لأحد: أمامك سكة سفر، وسيصلك خطاب فيه خبر سار، ستستمع عن صديق مريض، ستدخل عتبة أو ما شابه ذلك مع قليل من الفراسة، فلا يجوز أن تقول لقروي ساذج غير مؤهل مثلًا: سوف تُعين في وظيفة كبيرة، إذ أن هذا الأمر غير محتمل، إن أمرًا أو أكثر من هذه الأمور وأمثالها لا بد أن يتحقق وفقًا لنظرية الاحتمالات في علم الإحصاء، ويشيع أمر المعجزة بين الناس فيذيع صيت المنجم، وتسمو مكانته، ويتهافت الكل على لقائه.

قيل: إن أحد الملوك ضاق ذرعًا بأحد المنجمين، وما بلغه من سلطان على البسطاء، فقرر أن يقتله، ودعاه إلى مقابلته ليتندر به تشفيًا

أمام خاصته قبل قتله، وقال له: "إني لأراك وقد زادك الله علمًا، وآتاك من فضله ما لم يؤت به غيرك من العلماء، إنك لتعلم الغيب، فهل تعلم متى تموت؟"، وأدرك المنجم بذكائه ما يقصده الملك وما ينتويه، وأسعفه خاطره فقال: "لم يفتني هذا الأمر، وقد قدرته تقديرًا، إني يا مولاي سأموت قبلكم بيوم واحد"، وخشي الملك أن يكون تقدير المنجم صحيحًا فعدل عن قتله، وأخلى سبيله كي ينعم هو بطول العمر.

وقد تقترن بعض الحوادث المهمة ببعض الظواهر الكونية، فقد سجلت المراصد الفلكية منذ عام **1778** للآن ازديادًا نسبيًا لنشاط الشمس، بمعدل مرة في كل نحو إحدى عشرة سنة في المتوسط، وقد لوحظ أن الثورة الأمريكية، والثورة الفرنسية، وثورة الشعب بباريس، والثورتين الروسيتين، وثورات أخرى وقعت جميعها في أوقات قريبة من فترات هذا النشاط النسبي للشمس، كما كان هناك نشاط نسبي للشمس استمر من سنة **1937** إلى سنة **1940**، وكلنا يذكر ما أصاب العالم خلال هذه الفترة من اضطراب، وقد بُذلت محاولات علمية كثيرة لربط هذا التكرار الدوري لنشاط الشمس، بالتغيرات التي تُلاحَظ في أوقات هجرة الطيور، والتغيرات التي تحدث في المحاصيل الزراعية والثورات الاجتماعية، ولكن لا يمكن للآن من الناحية العلمية الجزم بوجود مثل هذا الارتباط.

ولقد رُوي أنه عندما قُبض سيدنا إبراهيم، ابن رسول الله (صلى الله عليه وسلم)، كسفت الشمس فحجب القمر ضوءها، فهلل الناس وكبروا، وظنوا أن الله سبحانه وتعالى قد أتى بهذه الظاهرة تكريمًا لنبيه الكريم، ولكن

رسول الله (صلى الله عليه وسلم) برغم ما كان يعانيه من حزن وأسى لموت ابنه، لم يدع هذه الفرصة تفلت حتى يرد المسلمين عن ضلالهم في هذا الأمر، وصاح فيهم صيحته المشهورة: "إن الشمس والقمر آيتان من آيات الله لا ينكسفان لموت أحد ولا لحياته".

إن اقتران مثل هذه الحوادث ببعض الظواهر الكونية، لا يمكن البحث عنه في فروع العلم الذي يستند إلى التجربة التي تُجرى في المعمل أو الأرصاد التي يأخذها الفلكيون، ولكن ربما وجدناه في علم الإحصاء بعد أن تتوافر لدينا العناصر العلمية الكافية للكشف عنه.

كل ما نعرفه نحن الفلكيين ونؤكده؛ أن الظواهر الكونية بجميع أنواعها تحدث، لأنها من طبيعة هذا الكون، فظاهرتا الكسوف والخسوف تحدثان في كل عام بما لا يقل عن اثنتين للشمس، ولا يزيد على سبع للشمس والقمر، خمس منها للشمس، اثنتان للقمر، أو أربع للشمس وثلاث للقمر، ولكننا لا نرى منها إلا أقل من ذلك، لأننا نحتل مكانًا محدودًا من الفضاء فلا نراها كلها. وأن متوسط عدد الزلازل الكبير، أو الهزات الأرضية الصغيرة في جميع أنحاء العالم يبلغ نحو ألف في العام الواحد، يسجل منها مرصد حلوان نحو خمسمائة، ويشعر سكان الجمهورية العربية منها بواحد في كل أربع أو خمس سنوات في المتوسط، وليست كل هذه الزلازل مدمرة، إلا لو كانت مراكزها قريبة من مناطق مأهولة بالسكان، عندئذ يبلغ عدد الضحايا عشرات الألوف تبعًا لشدة الزلزال، ومصر بحمد الله ليست من مناطق الزلازل المعروفة، ومتوسط ما يظهر في السماء من

المذنبات ستة في كل عام، ولكن معظمها لا يُرى إلا بالمنظار، والنشاط الشمسي له دورة معلومة لدى العلماء استُنبطت من أرصاد فلكية أخذت في أماكن كثيرة على مدى 300 سنة.

هذا عن الظواهر الكونية، ويبدو أن الناس قد أصبحوا أكثر حساسية لكل ما يحدث منها، أما عن الأحداث السياسية وما قد تتمخض عنه فعلمها عند السياسيين، هم يعرفون خباياها وأسرارها، ويحذقون فنونها، وهم بها أصدق أنباءً من الفلكيين ومن المنجمين، وإنا لا ندري أشرٌ أريد بمن في الأرض أم أراد بهم ربهم رشدًا. وسبحان علام الغيوب.

## الفلك والدين

قلنا في المقدمة إن الحياة بالنسبة للإنسان ليست غذاءً وكساءً فحسب، ذلك لأن الخالق جل شأنه قد خصه دون غيره من المخلوقات بالعقل والروح، ولذلك نراه منذ أن استعمر هذا الكوكب يسعى ويجد في السعي لإشباع ما يغذي به عقله وروحه، والمعرفة بجميع فروعها ليست سوى حصيلة هذا البحث على مر الأجيال الطويلة.

والإنسان إلى جانب هذا مخلوق عجيب، تجري في دمائه نوازع الخير والشر، ودوافع القوة والضعف، يستشعر القوة أحيانًا حتى لا يرى ما هو أقوى منه، ويستشعر الضعف أحيانًا حتى يلتمس العون مما لا يضر ولا ينفع، وما الأصنام التي نحتها بيديه وركع أمامها مستلهمًا العون والقوة، إلا دليلًا على شعوره بالضعف.

وبدافع خفي قوي ظل يبحث عن قوة كبرى، يستلهم منها العون في الدنيا، وحسن المثوبة في الآخرة، فنشأت العبادات بأنواعها منذ أقدم العصور في بقاع مختلفة من سطح الأرض بالرغم من بعد الشقة بينها، فظلت وسوف تظل على قوتها ما بقي إنسان على سطح هذا الكوكب، لأنها ضرورة من ضرورات الحياة، ففي كنفها يستشعر الإنسان الأمن والعزاء، أمنًا غير الذي تكفله له الدولة، وعزاءً غير الذي يمنحه إياه الخلصاء.

والآية الكريمة: " وَإِذْ قَالَ إِبْرَهِيمُ لأَبِيهِ آزَرَ أَتَتَّخِذُ أَصْنَاماً آلِهَةً إِنِّي أَرَاكَ وَقَوْمَكَ فِي ضَلالٍ مُّبِينٍ*وَكَذَلِكَ نُرِي إِبْراهِيمَ مَلَكُوتَ السَّمَواتِ وَالأَرْضِ وَلِيَكُونَ مِنَ الْمُوقِنِينَ* فَلَمَّا جَنَّ عَلَيْهِ اللَيْلُ رَأَى كَوْكَباً قَالَ هَذَا رَبِّي فَلَمَّآ أَفَلَ قَالَ لا أُحِبُّ الآَفِلِينَ* فَلَمَّآ رَأَى الْقَمَرَ بَازِغاً قَالَ هَذَا رَبِّي فَلَمَّآ أَفَلَ قَالَ لَئِن لَّمْ يَهْدِنِي رَبِّي لأَكُونَنَّ مِنَ الْقَوْمِ الضَّآلِّينَ * فَلَماَّ رَأَى الشَّمْسَ بَازِغَةً قَالَ هَذَا رَبِّي هَذَآ أَكْبَرُ فَلَمَّآ أَفَلَتْ قَالَ يقَوْمِ إِنِّي بَرِيءٌ مِّمَّا تُشْرِكُونَ* إِنِّي وَجَّهْتُ وَجْهِيَ لِلَّذِي فَطَرَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ حَنِيفاً وَمَا أَنَا مِنَ الْمُشْرِكِينَ. وَحَاجَّهُ قَوْمُهُ قَالَ أَتُحَاجُّونِيّ فِي اللَّهِ وَقَدْ هَدَانِ وَلَا أَخَافُ مَا تُشْرِكُونَ بِهِ إِلَّا أَنْ يَشَاءَ رَبِّي شَيْئاً وَسِعَ رَبِّي كُلَّ شَيْءٍ عِلْماً أَفَلَا تَتَذَكَّرُونَ. كَيْفَ أَخَافُ مَا أَشْرَكْتُمْ وَلَا تَخَافُونَ أَنَّكُمْ أَشْرَكْتُم بِاللَّهِ مَا لَمْ يُنَزِّلْ بِهِ عَلَيْكُمْ سُلْطَانًا ۚ فَأَيُّ الْفَرِيقَيْنِ أَحَقُّ بِالْأَمْنِ ۖ إِن كُنتُمْ تَعْلَمُونَ".

تصور لنا هذه الآية مراحل سعي الإنسان الحثيث في البحث عن القوة وتطور رأيه في شأنها.

من هذا يتضح لنا أن التراث العظيم الذي بين يدينا من فروع العلم والفلسفة، ليس سوى ثمار سعي الإنسان الدائب والمتصل لغذاء عقله وروحه.

والفلك ليس سوى أحد فروع المعروفة، ولعله أقدمها على وجه الإطلاق، ولابد أن تكون الظواهر الفلكية المختلفة قد راعته منذ أقدم العصور، ولذلك نراه قد اتخذ من بعض الأجرام السماوية كالشمس والقمر والشعرى اليمانية آلهة ثانوية، يتقرب بها زلفى إلى الله الواحد القهار.

ولما كان الإنسان أحب خلق الله إلى الله، أرسل إليه الرسل والأنبياء، ليكشفوا له عما استعصى عليه إدراكه من خصائص هذا الوجود وعن رسالته على هذا الكوكب، وما يجب أن يكون عليه سلوكه، وكيف ينمي في نفسه غرائز الخير، ويكبت من نوازع الشر، ويقوى على نفسه الإمارة بالسوء فيكون عضوًا نافعًا في مجتمع نافع، لأن الإنسان مدني بالطبع يؤثر ويتأثر بالمجتمع الذي يعيش فيه، كان عليه أن يعلم قبل كل شيء أنه مخلوق، وأن هناك خالقًا له ولكل ما في هذا الوجود.

ولم يكن ثمة أدل على قدرة هذا الخالق، من دعوة الإنسان إلى النظر والتبصر فيما خلق الخالق من حوله، لذلك نجد الكتب السماوية تحث الإنسان على البحث في أسرار الكون، ومحاولة إدراك الوجود بالإمعان والمشاهدة، وطول الفكر والنظر في خلق السموات والأرض، فإلى جانب ما في ذلك من غذاء شهي للعقل، ففيه أيضًا اعتداء إلى معرفة الخالق وعبادته عبادة المدرك لعظمته.

ونرى هذه الدعوة الصريحة في كثير من آيات القرآن الكريم، قال تعالى :

"إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِأُولِي الْأَلْبَابِ * الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَاماً وَقُعُوداً وَعَلَى جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلاً سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ".

وقال: "أَوَلَمْ يَرَوْا كَيْفَ يُبْدِئُ اللَّهُ الْخَلْقَ ثُمَّ يُعِيدُهُ إِنَّ ذَلِكَ عَلَى اللَّهِ يَسِيرٌ. قُلْ سِيرُوا فِي الْأَرْضِ فَانْظُرُوا كَيْفَ بَدَأَ الْخَلْقَ".

وفي مواضع أخرى نوه جل شأنه بأهمية الأجرام السماوية وظواهرها في صميم شئون حياة الإنسان ليستدل على وجوده وبالغ قدرته وفيض نعمه.

قال: "وَالشَّمْسِ وَضُحَاهَا".

وقال: "وَبِالنَّجْمِ هُمْ يَهْتَدُونَ".

وقال: "يَسْأَلُونَكَ عَنِ الْأَهِلَّةِ قُلْ هِيَ مَوَاقِيتُ لِلنَّاسِ وَالْحَجِّ".

ولعظم قدر الشمس وأهميتها في بقاء الجنس وتعاقب الأجيال على سطح هذا الكوكب، أقسم بها جل شأنه. ولكي ندرك بعض ما ينطوي عليه هذا القسم العظيم، نذكر أن أحد العلماء قدَّر ثمن ما تستمده أرضنا من طاقة الضوء والحرارة من الشمس بنحو أربعمائة مليون جنيه في الثانية الواحدة، وبأسعار ما قبل الحرب، و مع ذلك فليس هذا القدر سوى جزء ضئيل مما يشع منها في جميع الاتجاهات في الفضاء.

ولعل سكان المناطق القطبية أكثر تقديرًا لهذا الفضل ممن يقطنون المناطق المعتدلة أو الاستوائية، فالنعم أكثر تقديرًا حيثما تُلتمس أو تُفتقد.

ولكن العلماء أكثر تقديرًا من هؤلاء وهؤلاء، فهم إلى جانب ما يتذوقونه من لذة المعرفة في الكشف عن كيفية تولد مثل هذه الكميات

الضخمة من الطاقة في الشمس وفي النجوم، يرون بعقولهم بديع صنعها، ويقدرون عظمة خالقها فيستشعرون لذة العبودية له وحده، ولذلك نرى الله سبحانه وتعالى يقول في موضع آخر: "إنما يخشى الله من عباده العلماء"، أي أن العلماء أكثر خشية له جل شأنه من غيرهم، بما أتيح لهم من إدراك عظمته وبالغ قدرته.

وقد اتهم الحاقدون العالم الخالد الذكر "نيوتن" بالإلحاد لأنه كشف لنا عن سر هذا التوازن البديع في النظام الشمسي، ودوران السيارات حول الشمس منذ الأزل وإلى أن يشاء الله، ومع ذلك نرى هذا العالِم، الذي قلما يجود الزمان بمثله، أشد ما يكون إخلاصًا لكنيسته وإنجيله، وأكثر ما يكون تواضعًا في تقدير قيمة كشوفه العلمية، لأنه أدرك بفطرته السليمة أن ما كشف عنه من أسرار هذا الكون، لا يعد شيئًا بالقياس إلى ما ظل وسوف يظل خافيًا من أسراره، فمهما اتسعت آفاق المعرفة فلا شك أن هذه الآفاق لا تُحد بحدود.

ولقد بيَّنا فيما سبق كيف يستهدي الملاحون بالنجوم في سيرهم، وكيف اتُخذ دوران القمر حول الأرض بالنسبة للشمس، وما ينشأ عن ذلك من الأهلة، وحدة أساسية في قياس الزمن، وتعيين المواسم. وقد كان الحج إلى مكة شريعة عند العرب منذ عهد إبراهيم وإسماعيل "عليهما السلام"، وكان العرب يؤمون مكة من كل صوب في هذا الموسم للعبادة والتجارة وغير ذلك من الشئون، فتعيين هذا الموسم كان من أهم شئون العرب قبل الإسلام، ولا يزال له أهمية كبرى عند المسلمين في جميع بقاع الأرض.

وقد عجز العرب كما عجز معاصروهم من الفرس واليونان، عن ربط الشهر القمري بطول السنة الشمسية، أي معرفة عدد الشهور القمرية التي تقع خلال عدد من السنين الشمسية، وارتبك التقويم عندهم ارتباكًا شديدًا، ولذا نهى الإسلام عن طرق النسيء في التقويم الهجري، والتي كانت متبعة عند العرب لهذا الغرض حتى حجة الوداع، وأمر المسلمين باتخاذ الشهر القمري وحدة أساسية في قياس الزمن، وتحديد موسم الحج.

ولا يتسع المقام هنا لسرد كل ما أسهمت به الأرصاد والدراسات الفلكية في تكوين تراثنا العلمي والفلسفي، فمن يمعن النظر في خلق السموات والأرض، وفي كيفية تكوين النجوم وحركة السيارات، وفي الغلاف الهوائي الذي يحيط بالأرض، وما يحتويه من أغطية وقائية تحمي الحياة بشتى أنواعها على سطح الأرض، يستطيع أن يقدر عظمة خالق هذا الكون، وبديع صنعه، ومدى فضله على الإنسان فيما يسر له من أسباب الحياة والرزق والمعرفة، وأن يستلهم من هذا الخالق وحده العون والعزاء وحسن الهداية.

من هذا يتضح ارتباط الفلك بدعامتين أساسيتين من مقومات حياة الإنسان على هذا الكوكب، وهما: المعرفة غذاء العقل، والدين غذاء الروح، وحاجته إليهما لا تقل أهمية عن حاجته إلى الغذاء والكساء.

## الفهرس